



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111479902 A

(43)申请公布日 2020.07.31

(21)申请号 201880059962.0

(22)申请日 2018.09.13

(30)优先权数据

102017216436.0 2017.09.15 DE

102017216437.9 2017.09.15 DE

102017216439.5 2017.09.15 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/074700 2018.09.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/053105 DE 2019.03.21

(71)申请人 蒂森克虏伯工业解决方案股份公司

地址 德国埃森

申请人 蒂森克虏伯股份公司

(72)发明人 罗纳德·金 托马斯·奇尔莱  
拉法尔·格热戈日·布琴斯基

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理  
有限公司 11112

代理人 张凯 张杰

(51)Int.Cl.

C10B 5/02(2006.01)

C10B 21/18(2006.01)

C10B 21/20(2006.01)

C10B 21/22(2006.01)

权利要求书3页 说明书25页 附图12页

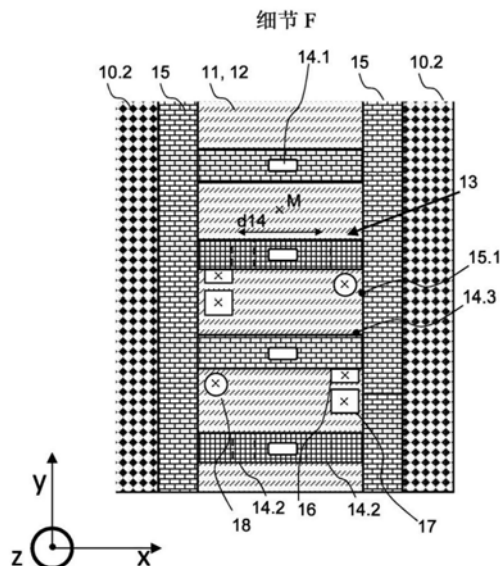
(54)发明名称

用于生产焦炭具有居中再循环的炼焦炉设备、炼焦炉设备的运行方法以及控制装置和应用

(57)摘要

本发明涉及一种用于通过煤炭的焦化生产焦炭的炼焦炉设备(10),其中通过在炼焦炉设备内部的措施使氮氧化物排放最小化,其具有多个分别带有点火的加热通道(11)和引导废气的加热通道(12)的双加热列(13),所述加热通道分别成对地通过分隔壁(14)彼此分开并通过两个顺砖壁(15)与相应的炉室(10.2)隔开,其中,成对的加热通道在流体技术上借助耦联的上部通口(14.2)彼此耦联以实现在靠外的循环流路径(19、19.1)上的内部的废气再循环,其中,在相应双加热列的底部(5.4)处的下部区域内分别设置下组中的至少一个入口:焦炉煤气入口(18),燃烧用空气入口(16),混合气体入口(17);其中,至少一个废气再循环通口(14.2)相比于入口中的至少一个更加居中地布置并限定了更居中的流动路径(GP4)。这实现了氮氧化物排放的降低。本发明还涉及一种炼焦炉设备的运行方法。

CN 111479902 A



1. 用于通过煤炭或煤炭混合物的焦化生产焦炭的炼焦炉设备(10),其中,该炼焦炉设备设计用于通过在炼焦炉设备内部的措施借助炼焦炉本身的气体(G1、G4、G5)进行内部的热力的能量平衡而使氮氧化物排放最小化,该炼焦炉设备具有多个双加热列(13),该双加热列分别具有以气体点火的加热通道(11)和引导废气的向下通流的加热通道(12),该加热通道分别成对地通过分隔壁(14)彼此分开并通过两个彼此对置的顺砖壁(15)与相应的炉室(10.2)隔开,其中,成对的加热通道在流体技术上借助耦联的上部的通口(14.2)、以及选择性地也借助耦联的下部的通口彼此耦联以分别实现在靠外的循环流路径(19.1)上的内部的废气再循环(19),其中,在相应的双加热列的底部(5.4)处的下部区域内分别设置下组中的至少一个入口:焦炉煤气入口(18),燃烧用空气入口(16),混合气体入口(17);

其特征在于,至少一个废气再循环通口(14.2)相对于加热通道的宽度(x)布置得相比于包括混合气体入口(17)的该入口(16、17、18)中的至少一个更加居中,并限定了较居中的流动路径(GP4),该较居中的流动路径由进入的气体(G1、G5)中的至少一种绕流。

2. 根据前述权利要求所述的炼焦炉设备,其中,所有的废气再循环通口(14.2)相对于加热通道的宽度(x)布置得相比于所有的入口(16、17、18)都更加居中。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备,其中,相应的燃烧用空气入口(16)和/或相应的混合气体入口(17)和/或相应的焦炉煤气入口(18)具有最大 $0.06\text{m}^2$ 的横截面积;和/或其中,相应的废气再循环通口(14.2)的横截面积大于 $0.005\text{m}^2$ ,尤其大于 $0.01\text{m}^2$ ;和/或其中,燃烧用空气入口(16)和/或混合气体入口(17)和/或焦炉煤气入口(18)相对于加热通道的中间纵轴线以 $0^\circ$ 的角度( $\alpha$ )、或者以小于 $30^\circ$ 、尤其小于 $20^\circ$ 或小于 $10^\circ$ 的角度定向。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备,其中,相应的分隔壁(14)具有至少一个另外的耦联的下部的和/或上部的通口(14.2),该通口在更中间的高度位置处布置得相比于位于外部的循环流路径(19.1)更加接近于加热通道的高度中心,并且设计用于在居中的循环流路径(GP4)上形成靠内的惰性的中间层;和/或其中,相应的分隔壁(14)具有至少一个另外的耦联的下部的和/或上部的通口(14.2),该通口在更中间的高度位置处布置得相比于位于外部的循环流路径(19.1)更加接近于加热通道的高度中心,并且设计用于额外的靠内的循环流,该循环流用于在靠内的循环流路径(19.2、19.3)上形成靠内的惰性的中间层。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备,其中,在分隔壁(14)内构造具有至少一个级空气入口(14.11)的尤其居中布置的至少一个级空气通道(14.1);或者其中,在分隔壁(14)内构造至少两个尤其平行布置的级空气通道(14.1),该级空气通道在上部的/最上部的废气再循环通口(14.2)上方汇合,并且以位于所有废气再循环通口(14.2)上方的最上部的级空气入口(14.11)汇入点火的加热通道(11)内;和/或其中,在分隔壁(14)中的至少一个内构造至少两个尤其平行布置的级空气通道(14.1),该级空气通道在上部的/最上部的废气再循环通口(14.2)上方以位于所有废气再循环通口上方的两个最上部的级空气入口(14.11)汇入点火的加热通道(11)内。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备,其中,相应的废气再循环通口(14.2)具有至少一个倒圆的流动棱边(14.21)和/或凸出的拱形,尤其具有壁层的至少四分之一的半径或者至少 $30^\circ$ ,尤其是相对于相应的循环流路径位于内部的倒圆的流动棱边或

凸出的拱形;和/或其中,相应的废气再循环通口具有至少一个尖锐的流动棱边(14.22)和/或凹入的拱形,尤其具有最多一个或两个壁层或者120mm的半径,尤其是相对于相应的循环流路径位于外部的尖锐的流动棱边或凹入的拱形;和/或其中,相应的废气再循环通口(14.2)具有至少一个带有至少一个半径以及至少一个尖锐的流动棱边的绕流轮廓。

7.根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备,其中,至少一个入口、尤其焦炉煤气入口(18)包含入口喷嘴,并且在加热通道的底部上方的0.0至0.45m、尤其0.05至0.25m的高度位置处汇入加热通道(11、12)内。

8.用于通过煤炭或煤炭混合物的焦化生产焦炭的炼焦炉设备(10)、尤其根据前述权利要求中任一项所述的炼焦炉设备的运行方法,其中,通过在炼焦炉设备内部的措施借助炼焦炉本身的气体(G1、G4、G5)进行内部的热力的能量平衡而实现优化的、最小化的氮氧化物排放,其中,在炼焦炉设备的具有点火的加热通道(11)以及引导废气的加热通道(12)的相应的双加热列(13)中借助穿过分隔壁(14)的至少一个耦联的通口(14.2)围绕分隔壁设定在靠外的循环流路径(19.1)上的内部的废气再循环(19),其中,在相应的双加热列的底部(5.4)处的下部区域内,下组中的至少一种气体进入:焦炉煤气(G1a),燃烧用空气(G1),混合气体(G1b),

其特征在于,在循环流路径/该循环流路径(19.1、19.2、19.3)或者至少一个居中的流动路径(GP4)上的废气再循环(19)分别相比于包括混合气体(G1b)的进入的气体(G1a、G1、G1b)更加居中地引导,尤其在两侧由进入的气体包围。

9.根据前一方法权利要求所述的方法,其中,至少一个额外的靠内的循环流(19.2、19.3)设置得相比于进入的气体(G1)更加居中、并且相比于靠外的循环流路径(19.1)更加靠内,并且由靠外的循环流路径围绕,尤其通过至少一对额外的通口(14.2)在上部和下部设置。

10.根据前述方法权利要求中任一项所述的方法,其中,在富煤气加热或者在混合气体加热的情况下,内部再循环的废气在一个或多个循环流路径(19.1、19.2、19.3)上的份额设置得高于50%,尤其高于70%,尤其为80%;和/或其中,该方法用于富煤气加热,方式为基本上使用焦炉煤气,或者方式为使用具有尤其小于 $17000\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 的降低的低位热值的稀释的富煤气;或者其中,该方法用于混合气体加热,方式为基本上使用由高炉煤气、焦炉煤气以及选择性的转炉煤气组成的混合物;或者其中,该方法借助天然气作为焦炉煤气的至少部分的替代物执行。

11.根据前述方法权利要求中任一项所述的方法,其中,浓混合气的燃烧比设定为小于0.9,特别是燃烧比在0.5至0.8的范围内,特别是0.7,特别是在相应的加热通道(11、12)的底部处的燃烧器平面(5.4)中。

12.根据前述方法权利要求中任一项所述的方法,其中,借助再循环的废气(G4),尤其在加热通道的高度的5%至75%、或者15%至50%的高度范围内,或者在0.25至4m的高度区段上,形成中间层,该中间层位于进入的气体(G1)和级空气通道(14.1)、或者来自于级空气通道的气体(G5)之间;和/或其中,借助于进入的气体(G1),在相应的顺砖壁(15)和一个/多个循环流路径(19.1、19.2、19.3)之间构成气体毯。

13.根据前述方法权利要求中任一项所述的方法,其中,所引入的气体总量在尤其是在底部(5.4)通过燃烧用空气入口和混合气体入口(16、17)形成的第一级与第二级(z4)之间

的份额被调整到50:50,或者第一级的份额更小,尤其在富煤气加热的情况下;和/或其中,如下所述地设置引入加热通道(11、12)内的体积流量的比例:小于30%通过燃烧用空气入口(16),小于30%通过混合气体入口(17),并且大于40%通过再循环通口以及选择性地通过至少一个级空气入口(14.11),尤其在富煤气加热的情况下;和/或其中,在炉室内在燃烧用空气入口和混合气体入口处引入的体积流量设置或调节至通过再循环通口以及选择性地通过至少一个级空气入口引入的体积流量的45%至55%之间,尤其在富煤气加热的情况下。

14. 用于实施根据前述方法权利要求中任一项所述的方法的控制装置(20),其中,根据权利要求13所述的比例设置引入加热通道(11、12)内的体积流量(G1、G4、G5)。

15. 具有降低的低位热值的稀释的富煤气用于根据前述方法权利要求中任一项所述的方法运行炼焦炉设备的应用,尤其在根据前述设备权利要求中任一项所述的炼焦炉设备内。

## 用于生产焦炭具有居中再循环的炼焦炉设备、炼焦炉设备的运行方法以及控制装置和应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于生产焦炭的设备和方法,以及一种控制装置和相应的应用。本发明尤其涉及一种根据各个独立权利要求的前序部分所述的设备和方法。

### 背景技术

[0002] 对炼焦炉的需求在全世界仍是很高的,并且甚至在未来也被认为仍旧会很高,例如在下列公开文献中说明的:K.Wessiepe等所著的:Optimization of Combustion and Reduction of NO<sub>x</sub>-Formation at Coke Chambers…(炉室内燃烧的优化以及NO<sub>x</sub>形成的减少…),COKE MAKING INTERNATIONAL;9,2;42-53;VERLAG STAHLISEN MBH;1997。炼焦炉的计划和构造必须在很长的时间线之前进行,尤其是炼焦炉的运行时长或寿命也可以很长,因此重要的是要知道在随后几年内在炼焦炉上应实现何种环境技术上的改进。尽管日益严格的环境标准,现今仍旧每年都有几百个炼焦炉新建和运行。尽管如此,对于大多数政客而言现在也已知的是,借助于炼焦炉获取能量并不十分利于环境。因此,在新的炼焦炉的构造上或者在现有炼焦炉的运行上,从很多方面对排放、尤其是针对氮氧化物(NO<sub>x</sub>)提出越来越严格的要求。在这方面,存在许多改进焦化效率或环境友好性的努力,例如在以下公开文献和其中引用的专业文章中可以参阅的:A.J.Nowak等:CFDmode of coupled thermal processes within coke oven battery…(焦炉群内耦合热过程的CFD模型),Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences,17:161-172,2010。该公开文献致力于对上述优化措施的模拟。

[0003] 作为当前允许的或在现有设备中还容许的排放极限值可以列举:500mg/Nm<sup>3</sup>,相当于在5%氧气O<sub>2</sub>的情况下大约250ppm。作为未来的极限值可以列举:在欧洲约350mg/Nm<sup>3</sup>(在5%O<sub>2</sub>的情况下约170ppm),或在亚洲不久甚至可能仅约200mg/Nm<sup>3</sup>,尤其是在日本、韩国、中国台湾和中国内地。换言之:NO<sub>x</sub>排放应尽可能及时地降低一半或更多。然而,一些环境管理机构现在已经要求在仅大约100mg/Nm<sup>3</sup>的范围中的上极限值,尤其是在亚洲,这将对系数5。鉴于越来越严格的要求,尤其对柴油运行的车辆的要求也越来越严格,可能对于欧洲也必须预期的是,许可的极限值在短时间内就已经会低于350mg/Nm<sup>3</sup>。

[0004] 氮氧化物尤其通过焦炉煤气燃烧产生的烟气释放或在燃烧时形成,尤其从大约1250℃的喷嘴砖温度(位于引导废气的加热通道内底部上)开始形成(所谓的热力的NO<sub>x</sub>形成)。随着温度升高,热力的NO<sub>x</sub>形成进一步得到指数地促进或激发,因此氮氧化物的排放很大程度上由炼焦炉中的热力条件决定。已知的是,尤其在炼焦炉的竖直的、引导烟气的加热列中,通过设定一定的温度制度可以对NO<sub>x</sub>排放施加影响。在此适用以下经验公式:温度越高,NO<sub>x</sub>排放越严重。炉运营商因此致力于、或者由于环境技术的规定而被迫将温度保持得尽可能低,尤其不能升高到1250℃的极限以上。但是,炉运营商也对高效的炼焦过程感兴趣并且期望在喷嘴砖温度高达1325℃的条件下的运行模式;焦化的效率随着温度而增加,并且运行温度越高,炉群则可以在产量相同的条件下被设计得越紧凑。示例:代替100个炉,在

运行温度较高的条件下只需建造大约95至98个炉,相应地在设备方面节省了2%至5% (投资额更小,减少小于等于5%的设备成本,例如针对1至8亿欧的投资额)。

[0005] 因此,为了降低NO<sub>x</sub>排放,仅非常不情愿地尝试在焦化期间实施降低的温度水平或避免加热列中的温度峰值,特别是通过调整运行方式,因为这导致功率损失并且使焦炭生产变得不经济。因此,对于炉运营商来说,不以最佳运行状态运行炼焦炉实际上是不令人感兴趣的或不切实际的。因此,只能接受不利地保持高NO<sub>x</sub>排放。然而,炉运营商知道:如果能够在相对中等的、降低的温度下保持恒定的、高的热能输入,这则会在产量相当的条件对NO<sub>x</sub>排放造成有利影响。

[0006] 不同类型炼焦炉的炉运营商必须考虑这些边界条件。特别是,根据焦炭的推出方向分为竖直室式炉与水平室式炉:在水平室式炉中,焦化是分批进行的。焦化后,焦炭以水平方向推出(分批运行)。与此相对,在竖直室式炉中,煤炭在竖直方向上被连续地导入和导出(连续运行)。本发明尤其涉及水平室式炉。

[0007] 炉室通常具有在4至8.5m范围内的高度,其中,炉室或加热通道的高度也通过运行方式预设。该高度对在加热通道中设定的压差有影响。如果需要大的压差,则必须选择大的高度。可以假定,温度在整个高度上应该尽可能保持恒定,因为只有这样才能设置高效的运行状态,而不会使NO<sub>x</sub>排放过度升高。特别是在炉室内的温度在1000°C到1100°C范围内时,温度梯度应该尽可能明显地小于40K或者40°C。明显高于平均温度的温度最大值将促进热力的NO<sub>x</sub>形成。因此,如果温度均匀地保持在稍微低于开始发生热力的NO<sub>x</sub>形成的温度,炼焦炉则能够在高产量和低NO<sub>x</sub>排放之间的最佳折衷条件下运行。

[0008] 运行状态的模拟是能够更好地评估各个优化措施的效果的有用工具。但是,炼焦炉是相对复杂的设备,具有相应的模拟耗费。例如,具有气体引导的新类型和新方式的新构造可能意味着每次计算需要数周的计算耗费,使得在模拟时也可能出现数年的工作耗费(例如在所需变体超过100种的情况下)。因此,不仅对新措施在技术尺度内的测试必须受限地进行,而且单出于成本原因,简单的结构措施也必须首先在众多方面进行检验,之后才能通过模拟更详细地对该措施进行研究。这导致,对现有的炉设计的结构改变可以说是仅以非常适中的、保守的方式进行。

[0009] 迄今为止,直接在炼焦炉上或者在其结构构造上测试过的措施(这些措施也应在功率优化的运行方式下工作)通常是内部的压差驱动的或者是通过温度差和密度差驱动的、从向下通流的加热列至向上通流的加热列的烟气回引(烟气的部分体积流量的内部循环引导,所谓的循环流)和/或燃烧用空气的分级,也就是燃烧用气体在不同的高度位置从分隔壁或者是横砖壁引入到加热列中。在此,尤其是根据以下标准进行所述分级:在煤炭装料上方的相邻炉室中的最大集气室温度必须小于820°C;顶盖表面温度必须尽可能小于或等于60°C;炉室壁内部温度差小于等于40K,尤其是在炉底/燃烧器平面上方500mm处和炉室上边缘下方500mm处的高度位置之间。

[0010] 在此,循环流引导(部分地在加热通道的一个端部上的或整周循环的)通常在所谓的双加热列中实现。成对地并排设置的、尤其竖直指向的加热列或加热通道彼此耦联,其方式是,将气体从被点火的加热通道回引至未被点火的加热通道中,可以仅在上/下回转点处进行,或者可以在上、下都进行。在水平室式炉中,沿推出方向可设置大约24至40个加热通道,即大约12至20个双通道对。能够可选地实现的循环流在此可以由于压差而自主地形成,

即没有附加的主动的流体技术调节或支持。

[0011] 特别是为了均匀的热分布,从1920年代就已经以工业规模开始优化循环流引导。自从1970年代以来,还深入研究了循环流引导对NO<sub>x</sub>排放的影响。

[0012] 迄今为止在大多数情况下所使用的具有循环流引导的炼焦炉的配置可以如下描述:加热气体在成对的加热通道(双加热列)中沿流动方向上升地、即在被点火的加热通道中向上引导并且在此尤其多级地燃烧,该加热气体然后作为烟气通过平行的、引导废气的加热通道向下引回到底部并且在那里被抽吸,其中,惰性的(烧尽的)废气的部分体积流量在循环中引回到向上引导的、被点火的加热通道中。加热通道在此可以在上端和下端分别借助于废气再循环开口或通口相互耦联,尤其是在炉室的底部区域中至少近似在与入口相同的高度水平上。由此,能够控制加热列中的喷嘴砖的平均温度,并且尤其通过降低局部火焰温度(当富煤气加热高于2000℃时,当混合气体加热低于2000℃时)而保持在适度的水平(例如,喷嘴砖温度为1240至1300℃时),具有降低NO<sub>x</sub>排放的效果。例如可以列举下部通口的下列布置(高度位置):在燃烧器平面上方0mm(即,直接位于燃烧器平面的水平上)至300mm之间。在此,横截面面积通常通过大约120mm的层高度来预先给定。如果需要,在底部的布置中,可以借助辊关闭下部通口,辊可以在燃烧器平面上滚动到通口前。有利地,所述通口借助于在壁层中的缺口实现(空隙或没有砖)。

[0013] 这种成对布置的并且沿竖直方向定向的加热通道或双加热列因此能够以相对较小的耗费尤其在专门适配烟气的循环引导时对温度曲线产生影响。在此,总是区分两种类型的加热列/加热通道:向上通流的被点火的加热通道;向下通流的引导废气的加热通道。成对的加热通道在上部区域中通过通畅的开口横截面相互连接,即通口,通过该通口使加热通道在流体技术上相互耦联。烟气的通常回引至被点火的加热通道中的部分体积流量在富煤气加热的情况下例如为30%至45%的在向上通流的加热通道中产生的总烟气体积。这种具有循环流的双加热列的布置的一个例子是所谓的联合燃烧(Combiflame)加热系统,其自80年代末起建立。在此,空气分级与循环流引导相结合。到1980年代的中期之前,或者进行空气分级(Otto系统),或者进行循环流引导(Koppers系统)。

[0014] 在本说明书中如果提到单个的通口,那么也可以指的是成对地布置在相同的高度位置上的一对通口。

[0015] 如上所述,也可以通过以下方式实现燃烧的分级,即,将气体或空气通过至少一个级空气通道在燃烧器平面(底部)上方的至少一个高度位置处引入到相应的加热列中,或者将相应的废气导出。分级的燃烧可与循环流引导相结合。

[0016] 如果直接在炼焦炉上特别考虑这些措施,即尤其通过优化的介质引导类型和方式进行热技术优化的措施,则炼焦炉的结构构造和进而随之而来的炼焦炉的稳定性具有重要的意义,尤其是相应炉室以及相应加热列的各个壁的结构构造(顺砖壁、分隔壁)。在结构构造上的小措施可能对温度平衡和焦化过程具有大影响。然而,每个措施也可能具有非常不利的、要避免的副作用,例如对加热壁的静力学、流动阻力或者最终形成的流速以及温度曲线的副作用。因此可以预期,对在下面详细描述的结构的变化只能在窄的公差范围内进行。本领域技术人员尤其是面临以下任务,即通过新的措施不造成加热壁复合件被削弱的风险。因为视运行状态而定,可能在每个壁上作用有高的横向力。例如在碳化期的约75%之后,特别是在燃烧器平面上方约1m高度处的顺砖壁上产生高的横向内压(煤碳装料的膨胀

压力),该膨胀压力甚至可能导致接缝扩宽,并因此在各个加热列和(相邻的)炉室之间产生不期望的旁路流(随之而来的焦炉煤气溢出以及由此引起的CO形成)。气体混合物的平衡由此被干扰:尤其是为待在加热通道中燃烧的额外的气体仅提供不够高的空气量。不同的填充时间点,例如分别错开12小时,也在相邻的炉室中导致在相应的壁中不同的横向力。因此,即使在减少排放的措施中,炉的稳定性也具有高优先级。通常通过砖的槽榫布置实现高稳定性。这种结构方式在密封性方面也对于避免旁路流和预燃烧优选。

[0017] 在具有多个炉室、例如40或60个炉室的群中,炉室通过顺砖壁相对于引导气体的加热通道隔开,尤其是在相应通道的相对较窄的端侧上,尤其是通过两个沿着整个相应炉室延伸的、对置的顺砖壁。各个加热通道在此通过所谓的横砖壁(分隔壁)彼此隔开,所述横砖壁尤其垂直于两个顺砖壁在顺砖壁之间延伸,尤其在炉室的相对较宽的一侧上延伸。三个横砖壁将两个通道相互隔离或者将双加热列与另一双加热列隔离。因此,相应的加热通道通过两个顺砖壁区段和两个横砖壁限定。在推出方向(深度y)上,各加热通道的长度或深度(中心至中心)大约为450至550mm。顺砖壁厚在此例如为在80至120mm的范围内。在此,横砖壁厚例如为在120至150mm的范围内。

[0018] 术语“横砖壁”已经在一般的语言用途中惯用。在本说明书中,该术语与术语“分隔壁”同义地使用,尤其为了清楚而能够以相同的结构类型制造顺砖壁和横砖壁/分隔壁,即通过分别在其窄侧上相互排列的砖来制造。水平室式炉的“顺砖壁”也可被描述为沿推出方向纵向设置的纵向壁,并且“横砖壁”也可被描述为横向于推出方向设置的横向(分隔)壁。

[0019] 在相应的加热通道的底侧上设置有燃烧用空气开口和混合气体开口,其功能可根据加热(混合气体加热或焦炉煤气加热)的类型来选择或设置。焦炉煤气开口在底侧上汇入加热通道中。在循环流引导的情况下,每对加热通道分别经由设置在炉室底侧上的废气再循环开口相互耦联,从而形成具有循环流引导的双加热列。可以选择性地调节通过废气再循环开口的体积流量,尤其是借助于在底部布置在燃烧器平面内的并且能够在那移动的调节辊调节。在横砖壁中设置级气体-通道,它们在一个或多个高度位置上将燃烧用空气(级气体)引入炉室中(空气级或横砖壁开口)。被引入炉室中的体积流量的常见比例可以列举:30%通过底侧的燃烧用空气入口,30%通过底侧的混合气体入口,并且40%通过至少一个级气体入口(横砖壁开口)。该比例也可以类似地根据效率要求针对气体从炉室中的导出而进行调整。

[0020] 在废气拐点(再循环通口)的上方,为了调节焦化参数,可以构造加热差动器形式的旁路流动。旁路流动可以通过尤其是水平的壁或盖件与加热列隔开,在所述盖件中设有通口,其例如能够借助于滑块砖覆盖或针对横截面进行调整。

[0021] K. Wessiepe的前述公开文献尤其也考虑到对具有双加热列(至少借助上部通口彼此耦联的加热列)的炉的措施,其中,在90年代中也已经研究出,所谓的循环流布置可以在尽可能低的NO<sub>x</sub>浓度方面提供优点。

[0022] 例如可以列举专利文献DE 34 43 976 C2和DE 38 12 558 C2,在这些专利文献中,尤其以Koppers循环流炉为例讨论了对于燃烧用空气分级引入最佳的循环流率和有利的高度位置的问题。其中还提到,烟气在加热列底部区域内的高度位置处回引实现了相应加热列内温度的降低,从而具有减少NO<sub>x</sub>排放的效果。

[0023] 在2017年8月的公开文献CN 107033926 A中,描述了一种具有燃烧用空气分级引

入以及多个循环流开口的双加热列布置,该循环流开口布置在级空气通道的两侧。

[0024] 还对特定形式的气体引导部件或填充体进行了实验,从而能够影响炼焦炉中的热分布。例如在专利文献DE 39 16 728 C1中,加热室(加热列)设有穿透的蜂窝体或蜂窝格栅或球形填料形式的内部构件,其中,区段式的确定类型的烟气引导也是有利的。在此涉及到加热室中的流动表现的改善,并且也建议,在不同的高度位置中输入燃烧用空气。

[0025] 同样,也对用于由内表面有效地导出或反射热能的特定涂层进行了实验。

[0026] 直接位于炼焦炉或加热列上或其中的上述措施在此可以称为一级措施。在所有前述措施中必须注意,在此所述的炉通常在自燃的条件下(尤其在高于800°C的条件下)运行,从而用于冷却或降低气体温度的相应措施只能在窄的边界条件下或只能在窄的温度范围内进行,尤其以避免燃烧熄灭。

[0027] 此外,已经进行了可以在炼焦炉下游、在位于下游的设备部件中进行的二级措施的测试,例如在烟囱内使用选择性催化剂(SCR或DeNO<sub>x</sub>),或者已经从烟囱抽出的烟气向炼焦炉内的外部回引。无论这些下游措施的有效性如何,在许多情况下,它们由于极高的成本(高达整个炼焦炉总投资的50%)或者由于额外的维护费用而无法使用。这些措施虽然有效,但在许多情况下过于昂贵。

[0028] 此外,可以提到专利申请DE 40 06 217 A1,其中描述了多种措施的组合,包括对锅炉中间结构中的交流换热器的措施和用于外部烟气循环流的措施,目的是在高炉室的情况下也达到均匀加热状态和低的NO<sub>x</sub>排放。

[0029] 尤其也考虑了化学的、反应性类型的措施,例如引入CH<sub>4</sub>气体或通过喷射水来增加湿度。然而,喷射水或蒸汽不可能在室的任意位置处进行,而是尤其仅能居中地在中间高度位置处进行,并且对所使用的(硅酸盐)材料具有不利影响。气体和空气的再生预热温度的提高已经被认为是无潜力且不经济的措施。

[0030] 然而,目前还看起来不可能的是,尤其利用之前所描述的内部的一级措施,无论分别单独地或累加地,满足之前所描述的要求。因此,NO<sub>x</sub>排放降低2至5倍不可能实现,至少在合理的花费下不可能实现,也就是说不可能以经济的方式实现。

[0031] 尽管存在前述考虑,本发明旨在通过直接在炼焦炉上或在炼焦炉的结构构造上的措施优化炼焦炉,尤其是通过在已设立的加热系统上的措施优化炼焦炉,该加热系统具有至少一个再循环开口的加热列,尤其是具有循环流导引,尤其是为了获得以下选择,即在效率优化的运行方式下炼焦炉也可以完全在没有下游连接的设备部件的条件下运行。在此,可以期望可能的大的改善潜力,对于炼焦炉运营商来说也具有大的优点,并且由此也具有在市场上实施技术方案的良好机会。

## 发明内容

[0032] 本发明的目的在于,提供一种炼焦炉设备和一种用于运行炼焦炉设备的方法,借此可以将NO<sub>x</sub>排放保持得低,或者在现有的或新的设备中即使在满负荷下运行时也可以使其最小化,其中炼焦炉设备应优选在没有下游连接的设备部件的情况下实现有利的、低的NO<sub>x</sub>排放水平。特别地,本发明的目的在于,提供一种炼焦炉设备和一种用于运行炼焦炉设备的方法,借此可以通过在加热列内部的措施减少NO<sub>x</sub>排放。

[0033] 根据本发明,该目的通过一种用于通过煤或煤混合物的焦化来生产焦炭的炼焦炉

设备实现,其中,该炼焦炉设备被设计为通过炼焦炉设备内部的一级措施借助炼焦炉自身的气体或气流进行内部热力学的能量平衡或温度平衡而使NO<sub>x</sub>排放最小化,该炼焦炉设备具有多个双加热列,每个双加热列具有借助气体或燃烧用空气点火的(并因此向上通流的)加热通道以及引导废气的、向下通流的加热通道,这些加热通道分别成对地由分隔壁或横砖壁彼此限定,并且通过两个彼此相对的顺砖壁与炼焦炉设备的相应炉室隔开,其中,成对的加热通道,特别是既在上端、又在下端处,借助于耦联的上部通口并且可选地还借助于耦联的下部通口流体技术地彼此耦联,该上部通口和下部通口分别用于在靠外的循环流路径上的内部废气再循环,其中,在相应双加热列底部的下部区域中分别设置由下列组件组成的至少一个入口:用于将焦炉煤气引入加热通道的焦炉煤气入口,燃烧用空气入口,混合气体入口;其中至少一个废气再循环通口关于加热通道的宽度(x)、即在顺砖壁之间比入口的至少其中之一更居中地(更靠近加热通道的中间纵轴线)设置,并且限定了由至少一种通过入口进入的气体围绕流动的、居中的或更居中的流动路径。该废气再循环流动路径比进入的气体的相应流动路径或流入路径更居中地布置。再循环至少在上部比通过入口的流入更居中地进行。通过用于相对定位再循环的该措施,首先可以优化、尤其是均衡加热通道中的热分布,更确切地说,镜像对称的、或同时不仅向上而且向下通流的加热通道。在此,尤其相应的焦炉煤气入口可以在流动技术和热能技术上相对于至少一个通口或入口布置。效果:借助于内部气流,即借助于内部流体技术措施,对尤其在底部区域中的热分布和气体混合产生影响。不需要外部措施。在此,内部措施可以是纯被动型措施,尤其是纯结构性措施。由于结构性措施,可以自主地调节流动表现。这也尤其简化了设备的运行。炉的控制/调节可以与迄今为止的方式和方法类似地进行。

[0034] 在此,相应入口在对置的分隔壁之间的y位置优选可以分别至少近似居中。已经表明,y位置选择的优先级应当在x位置之后并且可以很大程度上与x位置无关地选择,尤其是根据相应的结构优点或者根据所期望的流入角度选择。

[0035] 各个上部通口在此布置在可选地存在的加热差动器之下,尤其在于xz平面内延伸的分隔壁中。相反,加热差动器的开口则设置在于xy平面内延伸的分隔壁中。不是必须设置下部通口。

[0036] 通过在xy平面中观察尽可能居中地布置所述一个/多个通口,可以在额外的靠内的、绕流的循环流路径上提供靠内的、绕流的循环流,所述循环流路径在外部(偏心地)由至少一种进入的气体或也由靠外的循环流路径上的靠外的循环流绕流。

[0037] 对于不应该设置经由一个或多个下部通口的再循环的情况,术语“循环流”或“循环流路径”也可以涉及不是完全闭合的、而是例如仅在180°或270°的范围内循环引导的流动。

[0038] 这些措施尤其实现了燃烧惰性的且混合延迟的中间层以及在底部区域内的冷却,并且可以直接在炼焦炉上或在炼焦炉的结构构造上、尤其在加热系统上进行,而不需要下游连接的设备部件。由此,尤其也可以降低燃烧器平面和最下部的通口之间的温度最大值。尤其可以实现的目的是,在平均的煤炭装料温度在1000℃的范围内并且最大温度在1050℃、无论如何小于1100℃的范围内的条件下,将在加热通道的整个高度上的温差保持得明显低于50K。借助于这些措施,能够相对于当前350至500ppm的NO<sub>x</sub>(在5%的O<sub>2</sub>的条件下)的水平实现70%至80%范围内的NO<sub>x</sub>减少的潜力。尤其可实现低于100ppm的NO<sub>x</sub>(在5%的O<sub>2</sub>的

条件下)的水平。在输出相同的条件下,耐火材料的量也可降低直至5%。因此,从经济的角度来看,这种技术方案也是非常令人感兴趣的。炉运营商能够以高输出、或在高喷嘴砖温度的条件下以相对低的NO<sub>x</sub>排放运行该炉。

[0039] 在本说明书中描述的措施尤其可以涉及在填充过程和推出过程之间的室运行时间在15h至28h之间的炼焦炉,或涉及加热列温度或喷嘴砖温度在大约1200至1350℃范围内的炼焦炉。

[0040] 迄今为止常见的是,相应的再循环开口接近于顺砖壁布置。同样常见的是,底部上的入口居中地布置。在本发明的优化NO<sub>x</sub>排放的研究中显示,由于焦炉煤气与燃烧用空气一同在炉室的底部区域内就已经形成了非常热的气体混合物,导致了高的燃烧温度。通过入口根据本发明的定位,能够避免温度峰值。该布置也可在废气拐点(通口)上方设置加热差动器(旁路流动)。选择性地,下游连接的设备部件还可进一步降低NO<sub>x</sub>排放,如果这尚能经济地实现的话。

[0041] 在此,加热通道也可称作加热井。相应的加热通道向下通过底部限定,该底部也称作燃烧器平面,即便在那里没有使用燃烧器的情况下(尤其在800℃以上时自燃)。

[0042] 在此,加热通道应理解为用于双加热列的两个竖直加热列中的整个特定的竖直加热列的术语。在此,加热列应理解为双加热列的两个竖直加热列中的任意一个。在炼焦炉相应的运行状态下,加热通道或者向上点火、或者向下通流。如果在说明的相应上下文中气体沿哪个方向流动并不关键,那么在此,可替代术语“加热通道”而使用术语“加热列”。术语“加热列”因此可涉及向上或向下通流的加热通道。

[0043] 在此,煤混合物应理解为主要由不同的煤炭种类组成的混合物,其中,混合物例如也可包含由下列组分构成的至少一种添加物:石油焦,油,例如旧轮胎、煤尘和焦炭尘形式的沥青种类,粘合剂或炼焦助剂,例如糖蜜、油渣、纤维素类添加剂、亚硫酸盐或硫酸盐的化合物或碱液,其中,混合物也可以具有生物质。

[0044] 除非另有说明,否则距离数据在涉及通道、入口、通口或喷嘴的情况下分别基于相应的中间纵轴线,并且在墙或壁的情况下分别基于内表面。

[0045] 已经显示,根据本发明的空气引导或者说气体引导不仅能够在双加热列中实现,而且在所谓的四列炉或替代的布置中实现,在该替代的布置中考虑了流体技术耦联的加热列理念并尤其在加热列分别成对耦联的情况下增强。

[0046] 引入的燃烧用空气或加热气体用于产生所需的过程用热,或者是在底部区域内,或者是在特定分级的高度位置处。

[0047] 已经显示,根据本发明的布置也可实现放弃多个级空气入口(方式尤其是仅设置单个气体级),尤其在炉室高度低于8m的情况下。底侧的下部入口的根据本发明的位置变换因此在其他位置处实现了结构性投入或炉复杂性的降低。

[0048] 相应的分隔壁的宽度(壁厚)优选为80至200mm,进一步优选为120至150mm。相应的顺砖壁的宽度(壁厚)优选为80至120mm。这分别提供了足够强的隔离和稳定性。

[0049] 与所述的各个优化措施无关地,可以在分隔壁内设置至少一个燃烧用空气入口或级空气入口,其用于在至少一个燃烧级高度位置处将燃烧用空气从在分隔壁内延伸的级空气通道引入加热通道内。

[0050] 在此,加热列底部处的下部区域可对应于燃烧器平面,或者也对应于垒砌式炉的

最多2至3层砖范围内的高度区域(2至3壁层),其中各个层的高度在大约120mm的范围内。根据本说明书的定义的底部区域例如也可延伸至1200mm的高度。底部区域优选定义为从燃烧器平面至燃烧器平面上方100至最多800mm的区域。在本说明书中的高度数据在此基于燃烧器平面,即基于相应加热通道的最下方的点。下部通口为定义了循环流或流动的下部拐点的通口,尤其在上部通口的下方。相应的下部通口不必一定布置在底部区域内。

[0051] 根据一个实施例,所有的废气再循环通口关于加热通道的宽度(x)相比于入口的至少其中之一、尤其相比于所有入口更居中地布置。这提供了根据气流类型一贯的、明确的分开,即居中引导的再循环气体和偏心引导的新引入的气体。

[0052] 根据一个实施例,所有废气再循环通口相比于入口的至少其中之一更居中地布置。这能够实现顺砖壁特别有效的脱耦。根据一个实施例,至少一个废气再循环通口相比于所有入口更居中地布置。这实现了顺砖壁通过由进入的新气体构成的气体毯与再循环的废气分隔。根据一个实施例,所有废气再循环通口都相比于所有入口更居中地布置。这提供了一种特别有效的布置。

[0053] 根据一个实施例,入口中的至少两个、包括焦炉煤气入口在一个/多个耦联的通口两侧更接近于顺砖壁地布置,使得由一个/多个通口流出的循环流在循环流路径上更靠内地布置得相比于通过相应入口引入的气体的流入路径更接近于加热通道的中间纵轴线。由此可尤其防止焦炉煤气与燃烧用空气或混合气体的过于突然的混合。

[0054] 根据一个实施例,入口中的至少两个在耦联的通口两侧布置得更接近于顺砖壁,使得相应的废气再循环通口在入口之间由入口侧向围绕地、或者说限定地布置,并且使得相应的加热通道内在多个流动路径上形成至少三个或四个向上流动的部分流,其至少在一定高度区段内(尤其在0至1000mm的高度范围内)至少接近于彼此平行地、或至少彼此并排地延伸,并导致该高度区段内的混合延迟。在该高度区段上方才进行更充分的混合。

[0055] 根据一个实施例,相应的焦炉煤气入口与对应的顺砖壁相邻地布置,和/或相应的燃烧用空气入口与焦炉煤气入口对置地、与对应的顺砖壁相邻地布置。尽量接近于顺砖壁的该布置即便在底部区域内也实现了居中的再循环,这提供了均匀热分布方面的优点。尤其已经显示,各个气流的混合由此能够得以延迟,或者进一步向更高的高度位置移动。

[0056] 根据一个实施例,相应的燃烧用空气入口和/或混合气体入口与对应的顺砖壁相邻地布置,并且相应的废气再循环通口布置在中间,尤其关于相应加热通道内的中间纵轴线镜像对称地布置。优化措施的此种结合提供了尤其明显的效果。

[0057] 根据一个实施例,相应的分隔壁具有至少一个另外的耦联的下部和/或上部通口,其在更中间的高度位置处(沿着z方向位于更中间)相比于靠外的循环流路径更接近于加热通道高度中心地布置,并设计用于在一个/前述居中的流动路径上形成在气体体积流量和空气体积流量之间的靠内的惰性中间层。由此,尤其也可在底部区域内均衡温度分布。尤其已经显示,借助额外的再循环通口能够有效地避免特定高度位置处的温度峰值,尤其不存在加热壁复合件削弱的风险。换言之:在加热通道之间的分隔壁内可借助气体形成隔热的中间层,废气/烟气的部分体积流量能够穿过该中间层从下降的加热通道导出并能够再次引回至上升的加热通道,其中,借助中间层能够产生具有延迟燃烧功效的燃烧惰性的中间流。

[0058] 根据本发明,借助单个的额外的通口就已经能够获得可见的NO<sub>x</sub>降低效果。废气或

更大的废气体积流量能够尤其在不同的位置处、尤其非常靠下地在底部区域内引入向上通流的加热通道内,使得局部温度下降并使温度曲线在宽度和/或在高度上均匀化。

[0059] 根据本发明,相应的分隔壁可在更上方具有至少一个另外的耦联的通道,其更靠内地布置得相比于靠外的循环流路径更接近于加热通道的高度中心,并设计用于在气体体积流量和空气体积流量之间形成(燃烧技术或混合技术方面作用的)靠内的惰性中间层。这在更高的高度位置处也实现了均匀的温度曲线。

[0060] 已经显示,对于流动表现有利的是,至少一个额外的废气再循环通道(用于将废气体积流量穿过横砖壁引回至向上通流的加热通道内)布置在位于加热通道的级空气入口与底侧的气体入口之间的高度位置处。根据本发明,通过内部再循环的惰性废气的靠内的引入可形成惰性的分隔层,其具有隔热功能,具有使混合延迟、更晚的效果。尤其可形成分隔的、片状的层,其防止横向混合或至少将横向混合进一步向上地转移至更高的高度位置处。

[0061] 在此,本发明也基于以下认知,废气也能够额外地在相应加热通道的中间高度位置处引导,其中压差低于在上端和下端处,在相比于最靠外的废气再循环通道更靠内的旁路的意义上。更靠内的、由外部的循环流包围的旁路或循环流在此尤其由于较低的压差不影响或不明显地影响外部的循环流。同样,能够以有效的方式进行对热传递或对局部温度的影响。

[0062] 尤其已经显示,即便在一个或多个靠内的循环流路径的条件下也不存在使靠外的循环流短接或者过于严重地降低体积流量的风险。与靠外的循环流、或者在各个通道之间的短接可尤其通过以下方式得以有效避免,即,使通道之间的间隔和/或直径比例匹配于相应炉内的压力表现。尤其通过利用进入的气体的流动脉冲可控制形成沿着相反方向的循环流的风险。

[0063] 根据一个实施例,相应的分隔壁具有至少一个另外的耦联的下部和/或上部废气再循环通道,其相比于靠外的循环流更接近于加热通道的高度中心地布置在更中间的高度位置处,并为额外的、向上或向下的内部旁路循环流(额外的再循环)设计,该旁路循环流用于在额外的靠内的旁路循环流路径上形成(燃烧技术或混合技术方面作用的)气体体积流量和空气体积流量之间的靠内的惰性中间层,其中,靠内的惰性中间层优选由靠外的循环流路径包围。

[0064] 根据一个实施例,相应的分隔壁具有多个另外的耦联的废气再循环通道,其在至少一个空气级上方和下方布置在分隔壁内,并为至少两个围绕空气级中的一个或多个的、额外的旁路循环流设计,该额外的旁路循环流相比于靠外的循环流更靠内、更接近于加热列的高度中心,从而在额外的、靠内的旁路循环流路径上形成一个或多个(燃烧技术或混合技术方面作用的)位于气体体积流量和空气体积流量之间的、靠内的惰性中间层,其中,相应的靠内的惰性中间层优选由靠外的循环流路径包围。这实现了在不同的高度位置处对流动曲线与温度曲线分级的影响,并且与级空气通道无关。

[0065] 根据本发明,尤其得益于至少一个惰性的中间层内的特别是片状的流动表现,可以阻止或至少延迟引回的废气与新引入的气体的横向混合。横向混合的延迟可根据流动表现而或多或少有效地进行,然而尤其至少使得横向混合最早在NO<sub>x</sub>形成区域的上方才进行。在此,如果存在很高的火焰温度,即在富煤气加热的情况下,循环流引导的利于能量和经济性的原理也能够以有利的方式继续得以充分利用。

[0066] 根据一个实施例,下部、以及选择性的上部废气再循环通口沿着高度方向在至少2至5个、尤其在至少3至4个壁层的范围内、和/或最多在8至10壁层的范围内构造。这在充分的结构稳定性与再循环气体的适当流动阻力或流速之间实现了良好的平衡。根据一个实施例,相应的下部/最靠下的废气再循环通口沿着高度方向在多个壁层或防火层的范围内、尤其在至少2至5个壁层的范围内延伸。这也实现了适当的流动曲线。也可以简单的方式集成在已有的结构中。

[0067] 根据一个实施例,内部的惰性中间层布置得相比于流入气体的流动路径沿着x方向更靠内或者说更加居中,并且相比于靠外的流动路径更靠中间或者说在更中间的高度位置处。这有利于在各个关键的高度位置处的分级的影响。

[0068] 根据一个实施例,废气再循环通口布置在加热通道的中间宽度(x)的区域内,尤其与中间纵轴线的x距离小于加热通道宽度的30%或20%或10%。由此实现了前文针对惰性中间层所述的优势。

[0069] 根据一个实施例,相应的下部废气再循环通口布置在相应的焦炉煤气入口与相应的燃烧用空气入口和/或混合气体入口之间。这实现了前文所述的对尤其底部区域内的温度曲线和流动曲线的影响,尤其各个气流的分离。

[0070] 根据一个实施例,相应的焦炉煤气入口布置得与顺砖壁的距离小于加热列宽度(相对的顺砖壁之间的x距离)的三分之一,尤其与顺砖壁内表面的x距离为10至350mm、尤其小于300mm,其中,相应的下部废气再循环通口与加热通道的中心或中间纵轴线的距离小于加热列宽度的三分之一,尤其x距离为30至300mm。这实现了气流的有效分离。流动路径可平行延伸,而不进行横向混合或者在横向混合之前如此。

[0071] 根据一个实施例,相应的燃烧用空气入口和/或混合气体入口布置得与顺砖壁的距离小于加热列宽度(相对的顺砖壁之间的x距离)的三分之一,并且相应的下部废气再循环通口布置得与加热列中心的距离小于加热列宽度的三分之一,尤其x距离为30至300mm。这实现了气流的有效分离。流动路径可平行延伸,不进行横向混合或者在进行横向混合之前如此。

[0072] 尤其在流体实验的范围内已经显示,将下部废气再循环通口移动至更接近于加热列中心实现了流入气体的分离以及减少横向混合。由此可对温度分布进行有针对性的影响,尤其在所选的高度位置处。已经显示,由此尤其在炉室的下部区域内能够设置相对低的、均匀的燃烧温度 $T_2$ ,对 $\text{NO}_x$ 排放有积极效果。

[0073] 根据一种变体,相应的焦炉煤气入口布置得相比于下部废气再循环通口更加接近于对应的顺砖壁,尤其该焦炉煤气入口的中间纵轴线与顺砖壁内表面的距离为10至350mm、尤其小于300mm。这也可提供结构优势。

[0074] 根据一个实施例,为每个双加热列分别设置至少一个另外的下部废气再循环通口或至少一对另外的下部废气再循环通口,尤其在耦联的(第一)下部通口上方、尤其在至少一个级空气入口下方的至少一个另外的高度位置处。这实现了在所选的高度位置处对温度曲线和流动曲线的有针对性的影响。

[0075] 根据一个实施例,为每个双加热列在两个级空气入口之间设置小于等于五个的另外的下部废气再循环通口或者小于等于五对的下部废气再循环通口。在相应的高度位置处进行的影响中,这提供了尤其大的灵活性。

[0076] 根据一个实施例,为每个双加热列在最靠下的一对通口上方的至少两个另外的高度位置处设置至少两对另外的下部废气再循环通口,尤其在三个至七个另外的高度位置处设置三对至七对下部废气再循环通口。这借助小于等于七个的内部循环流提供了大的可变性。

[0077] 根据一个实施例,为每个双加热列在一个或多个级空气入口下方的另外的高度位置处设置小于等于十个的另外的下部废气再循环通口或者小于等于十对的下部废气再循环通口。这实现了再循环气体的分布,使得循环流能够形成得均匀并且气体能够在相应的高度位置处逐渐地彼此混合。更大数量的通口也实现了以下选择,即,在边界条件不过于严格的条件下使通口在几何方面适合于期望的流动状态。

[0078] 在此,术语“级空气”与术语“级气体”同义地使用。因此,级空气通道也可引导并非空气的气体。

[0079] 根据一个实施例,为每个双加热列在至少两个级空气入口之间的至少一个另外的高度位置处布置至少一个另外的下部废气再循环通口或者至少一对另外的下部废气再循环通口。这通过再循环气体的循环流路径与级气体的流入路径的结合实现了优化。

[0080] 根据一个实施例,既在一个或所有级空气入口的下方、又在其上方为每个双加热列设置至少一个另外的下部废气再循环通口或者至少一对另外的下部废气再循环通口。这提供了尤其高的可变性。

[0081] 根据一个实施例,为每个双加热列在一个或所有级空气入口上方的至少一个另外的高度位置处设置至少一个另外的下部废气再循环通口或者至少一对下部废气再循环通口。这也实现了内部的循环流(路径)与分级引入的气体的解耦。

[0082] 根据一个实施例,为每个双加热列在一个或所有级空气入口上方设置小于等于五个的另外的上部废气再循环通口或者小于等于五对的另外的上部废气再循环通口。这提供了尤其高的可变性。

[0083] 通过前述措施可确保增加的停留时间以及更充分的燃烧,尤其同时降低了CO含量,也实现了炉室内提高的、沿着竖直的高度方向更加均匀的热量输入。尤其已经显示,在废气再循环大于50%的情况下,可确保可燃气体组分完全燃烧成废气。由此可更好地利用介质的能量成分,尤其随着时间的流逝连续地利用。由此也可进一步降低废气内的通常为200至400ppm的CO含量。

[0084] 如果废气再循环通口布置在所有级空气入口的上方,那么热的废气的一部分可以在转向位置以前就引入到向下通流的加热通道内,这尤其也在位于装料上方的集气室内对温度控制具有有利的影响。在此,通常不应超过800至820°C(烟灰形成、粗煤气的化学质量)。通过在更下方引回的废气也可降低相应炉室的温度。

[0085] 废气再循环通口可分别成对地或单独地设置,即数量也可为奇数,例如三个、五个的另外的废气再循环通口。

[0086] 已经显示,根据炼焦炉设备的结构类型,数量在二至十之间的另外的废气再循环通口为有利的。

[0087] 根据一个实施例,在各个通口之间分别设置至少两个中间层。这也提供了良好的稳定性。由顺砖壁和横砖壁构成的加热壁复合件的此种稳定性在对煤炭膨胀压力耐受度方面为有利的(在焦化周期的约75%时达到最大值)。炼焦炉通常分层地构造,包括接缝的层

高在100至160mm之间,尤其约为120至130mm。炼焦炉的结构理论教导,加热壁的尽可能所有的砖通过槽榫连接或借助于槽拱曲和榫拱曲连接。如果希望在多个层范围内的大的通口横截面积,则加热壁复合体被削弱,并且存在变形以及粗煤气通过扩宽的接缝从炉室中溢出的风险。这可能以不利的方式由于加热通道中不充分的燃烧用空气量而导致CO形成。因此,在横向(水平)方向上的高稳定性是非常重要的。

[0088] 在竖直方向上也期望对加热壁的预应力,以保护加热壁复合体以免竖直的弯曲。因此,优选在砖的顶侧和底侧也设置槽榫连接。加热壁竖直的预应力尤其通过足够大的顶盖重量实现。

[0089] 对壁复合体的另外的大的负载力例如在焦化周期结束时水平推出煤炭装料时由于穿过室的钢柱塞产生,并且必须通过加热壁复合体沿着横向和竖直方向足够大的预应力克服。因此,额外的通口、尤其那些具有相对较大的横截面的通口需要充分考虑到炉的稳定性和寿命。

[0090] 根据一个变体,再循环通口如下所述地布置:总是相互交替地分别布置一个具有再循环通口的壁层,在其上布置一个没有通口的稳定复合体的防火材料层,例如直至最多十个通口;或者分别布置一个具有再循环通口的壁层,其上布置两个没有通口的稳定复合体的防火材料层,接着布置一个具有再循环通口的壁层,并在其上布置一个或两个没有通口的稳定复合体的防火材料层。这提供了良好的稳定性。通口相对小,但能够良好地集成在炉的结构形式中。

[0091] 根据一个实施例,在分隔壁内构造具有至少一个级空气入口的至少一个尤其居中布置的级空气通道,尤其具有至少一个位于至少一个再循环通口上方的级空气入口。这为影响流动曲线和温度曲线提供了其他可能性。

[0092] 根据一个实施例,在(相应的)分隔壁内构造至少两个尤其平行布置的级空气通道,其在上部的/最上部的废气再循环通口上方汇合并位于所有废气再循环通口上方的最上部的级空气入口中汇入点火的加热通道内。这例如也实现了借助在不同宽度位置或(x)位置处分级引入的气体优化温度曲线和流动曲线。在此,统一的通口能够以简单的方式从上方从顶盖通过调整机构或滑块进行调整。

[0093] 根据一个实施例,在至少其中一个分隔壁内构造至少两个尤其平行布置的级空气通道,其在上部的/最上部的废气再循环通口上方在所有废气再循环通口上方的两个最上部的级空气入口内汇入点火的加热通道中。由此能够在宽度上(x方向)均匀地将分级引入的气体引入到加热通道内。

[0094] 级空气通道备份的实施,无论是具有单独的入口的还是具有共同的入口的,提供了以下优点,即,循环流尤其在加热通道的底部区域内可任意远地返回到中心,并因此能够非常有效地与进入的气体解耦。在此,也能够得到结构性优点,以及在建造设备时的成本优点,或者对运行的优点。级空气通道也可向外偏置,从而惰性的废气气流能够尽可能居中地(至少比其他气体更居中地)借助再循环气体构成。也可获得有利的次级热量分布。尤其显示出结构性优点。

[0095] 根据一个实施例,相应的下部/最下部的废气再循环通口以至少50mm的间隔布置在加热通道的底部区域上方或底部上方。由此可尤其与入口布置协调地获得良好的流体技术的效果。尤其最下部的再循环通口的下边缘布置在燃烧器平面上方0至150mm范围内,其

上布置高度约为120至130mm的稳定的分隔层,其上布置最小高度例如约为120mm的另外的通口,其中,通口与分隔层之间的该交替可延伸直至800mm的高度。

[0096] 根据一个实施例,焦炉煤气入口或相应的气体通道(喷嘴或管)与中间纵轴线间隔加热通道宽度的至少50%地布置。该间隔提供了再循环气体居中布置的流动路径有效的解耦。

[0097] 根据一个变体,仅在上升的加热通道内设置分级。

[0098] 根据一个变体,设置至少三个额外的、耦联的废气再循环通口,其中,构造至少两个内部的额外的循环流,其中,在气体级(级空气通道出口)的上方和下方分别设置一个废气再循环通口。这实现了多个措施有效的结合。

[0099] 根据一个实施例,燃烧用空气入口和/或混合气体入口和/或焦炉煤气入口的方向相对于加热通道的中间纵轴线(或者说相对于底面的法线或相对于竖直方向)的角度为 $0^\circ$ ,或者相对于竖直方向(z)的角度小于 $30^\circ$ ,尤其小于 $20^\circ$ 或小于 $10^\circ$ ,尤其所有入口沿同一方向倾斜或定向。尽可能竖直向上定向的该指向实现了居中布置的火焰,这提供了温度分布方面的优点。由此,废气体积流量可以居中地并几乎垂直地向上、即沿着法线方向在竖直的高度方向z上流入加热通道,并且新的进入的气体可以形成用于分隔的气体毯。不同于强烈倾斜的定向,该体积流量不撞击壁。由此,燃烧可向着加热通道中心指向,即不向外侧的表面指向,由此能够调节适当的温度。局部的温度峰值可得以有效避免。已经显示,在此,相应的流入脉冲可尤其有利地用于从未点火的加热通道额外地抽吸烟气或者用于气体有针对性的混合。相应的流入脉冲可输出到其他的气体上,因此不在壁上消散。与此相反,迄今为止的炉的入口通常以高于 $30^\circ$ 的大的倾斜角度倾斜地定向。已经显示,相应气体的流入脉冲在此种定向情况下不是特别高效地利用,尤其不能用于从未点火的加热通道抽吸烟气。根据本发明的定向实现了特别高的再循环率。

[0100] 根据一个实施例,相应的燃烧用空气入口和/或相应的混合气体入口和/或相应的焦炉煤气入口具有最大 $0.06\text{m}^2$ 的横截面积,尤其在6m以上的炉室高度的情况下也是如此。在该上限的情况下可确保进入的气体以一定的最小脉冲或者一定的最小速度流入加热通道,从而能够借助入口以高效的方式影响加热通道内的流动状态。通过此种相对小的横截面积可获得高的喷射器效应。尤其气体可如此进入,使得循环流比率或者说再循环气体的份额得以提高。通过此种减小的或小的横截面,介质的进入脉冲也得以提高,使得引回的气体的比率能够得以提高,尤其在焦炉煤气加热的情况下从大约30%至45%提高至大约50%至80%。可调节至高的流动速度,伴随着提高吸入或随带的废气的体积流量的效应。尤其可实现加热列内大于 $2\text{m/s}$ 的高的流入速度。稳定的火焰轮廓也可确保有利于延迟的燃尽特征。

[0101] 根据一个实施例,各个下部和/或上部的废气再循环通口的横截面积大于 $0.005\text{m}^2$ ,尤其大于 $0.01\text{m}^2$ 。这实现了再循环废气相对弱的流动脉冲,其效果在于,新进入的气体的流动脉冲更强烈地作用。由此,借助相对小的新进入的体积流量能够获得更大的效果,并且能够选择高的循环流比率。

[0102] 根据一个实施例,各个下部再循环通口的横截面具有矩形的、尤其沿着宽度方向(x)、横向于推出方向长形延伸的几何形状。这以简单的方式实现了向壁内的集成,并提供了结构性花费最小化的同时尺寸匹配的可能性。同样,相应的上部废气再循环通口的横截

面可具有矩形的、尤其沿着宽度方向(x)、横向于推出方向长形延伸的几何形状或者正方形的几何形状。

[0103] 在此,各个入口和/或各个通口可以大小相同,或者专门根据高度位置进行调整。

[0104] 根据一个实施例,各个废气再循环通口具有至少一个倒圆的流动棱边和/或凸出的拱形,尤其具有壁层的至少四分之一的半径(相应地以度或毫米为单位)或者至少 $30^\circ$ ,尤其是相对于相应的循环流路径位于内部的倒圆的流动棱边或凸出的拱形。这尤其在仅存在少量压差的情况下也简化了循环流。同时,可确保向上通流的加热通道内的有利的流动曲线。

[0105] 根据一个实施例,各个废气再循环通口具有至少一个尖锐的流动棱边和/或凹入的拱形,尤其具有最多一个或两个壁层的半径(相应地以度或毫米为单位),尤其是相对于相应的循环流路径位于外部的尖锐的流动棱边或凹入的拱形。这可确保气流在最优的流动路径上流动。可借助通口或者在通口内提供导气轮廓。

[0106] 根据一个实施例,各个废气再循环通口具有至少一个带有至少一个半径以及至少一个尖锐的流动棱边(或者说轮廓边缘)的绕流轮廓。该组合式轮廓提供了特别好的流体技术效果并具有以下优点,即,在压差很低的情况下即可形成额外的内部循环流。相应的半径可尤其在 $30^\circ$ 至 $60^\circ$ 的角度范围内构造。此种流动优化可更灵活地设计通口的布置,尤其因为在相对高的加热通道内也可能仅存在几帕斯卡(Pa)范围内的非常低的压差。借助棱边可在通口内实现流动阻碍,其效果在于,气流继续引导而仅返回至相应的向上通流的加热通道内。

[0107] 根据一个实施例,下部废气再循环通口在于分隔壁内延伸的级空气通道的两侧彼此上下偏置地布置,尤其与分隔壁内的起稳定作用的梁相连。由此,也可在更大的宽度范围(x)内对流动曲线产生影响。相对于水平方向,10至200mm之间的偏置量为有利的,尤其针对冷却效果的改善。

[0108] 根据一个实施例,在一个/多个废气再循环通口的下方、尤其在炼焦炉设备交流换热器上方的中间结构内布置至少一个溢出通口,其设计用于在相应加热通道底侧在混合气体入口与燃烧用空气入口之间的位置处引入再循环的废气。该溢出通口具有较大的流动路程并通道状(圆形或矩形)地构造,并且能够与前述旁路开口(加热差动器)相结合地设置。

[0109] 根据一个实施例,底部区域内的至少其中一个入口、尤其焦炉煤气入口具有入口喷嘴,并且在加热通道底部上方0.0至0.45m、尤其0.05至0.25m的高度位置处汇入加热通道。已经显示,与底部的此种间距对底部区域内的流动曲线有积极的效应。喷嘴的此种设计可称作气体分级,并能够有利地与在此所述的其他措施相结合。布置在加热通道底部上的喷嘴管优选在通道底(燃烧器平面)上方大约0.25m高处终结,并优选由耐火材料制成。因此,焦炉煤气从该管在大约0.25m的高度位置处流入并与在底部流入的空气混合。

[0110] 在头部加热的炉(=侧向燃烧器炉)中,用于体积流量校准的入口喷嘴可布置在该喷嘴管内部,优选在喷嘴管底部在通道底/燃烧器平面的高度上。喷嘴管小于500mm或优选小于350或300mm的高度位置能够保护位于其中的喷嘴免于缩小流动横截面的碳或炭黑结垢并免受高温,并且能够预防功率损失。在下方燃烧器炉中,喷嘴在燃烧器平面下方布置在炉群底室内,该炉群底室在环境条件下运行(没有高温造成的危害)。喷嘴管在两种类型的炉中都伸入加热通道内0.05至0.5m、优选0.25m,从而在下方燃烧器炉中,气体在与侧向燃

烧器炉相同的高度位置处进入。

[0111] 根据一个实施例,入口喷嘴垂直于加热通道底部定向,尤其竖直地定向。优选其他的入口也至少几乎垂直或竖直地定向。

[0112] 根据本发明,前述目的还通过一种用于通过煤或煤混合物的焦化制造焦炭的炼焦炉设备的运行方法实现,借助于炼焦炉自身的气体通过炼焦炉设备内部的一级措施而通过内部热能平衡而使NO<sub>x</sub>排放优化地最小化,该方法尤其用于运行前述炼焦炉设备,其中,在相应的具有点火的加热通道和引导烟气或废气的加热通道的双加热列内,尤其既在加热通道的上部末端、又在其下部末端围绕分隔壁借助至少一个耦联的通口,尤其借助上部的和下部的耦联的通口而穿过分隔壁在外部的循环流路径上围绕分隔壁地调整内部的废气再循环,其中,在下部区域内在相应双加热列的底部处使焦炉煤气和/或燃烧用空气和/或混合气体进入,即下组中的至少一种气体:焦炉煤气,燃烧用空气,混合气体;其中,废气再循环在一个/该循环流路径上或者至少一个居中的循环路径上相比于进入的气体分别更居中地(即在xy平面内更接近于中间纵轴线地)引导,尤其两侧由进入的气体包围或绕流,尤其循环地。这实现了前述优点。在此,借助进入的气体的至少其中之一能够在流体技术和热能技术方面实现废气再循环的解耦。

[0113] 通过尤其在向上通流的加热通道的底部区域内将引回的至少一个部分废气体积流量引入加热气体体积流量与在底部流入通道的至少其中一个空气部分体积流量之间,引回的部分气体体积流量可以作为惰性的中间层继续引导和利用,使得惰性中间层首先在加热通道的底部区域内分离(燃烧技术方面解耦)气体与空气的反应性,并在沿着竖直方向的继续流动的进程中更上方引起延迟的燃尽特征。这可引起减少NO<sub>x</sub>的功效。

[0114] 根据一个实施例,在此,在分别具有成对的加热通道的多个双加热列内,分别在加热通道之间的分隔壁内形成由来自上升的加热通道的废气/烟气的部分体积流量构成的至少一个隔热的中间层。

[0115] 根据一个实施形式,至少一个额外的内部的循环流设置得相比于进入的气体更居中并且相比于外部的循环流路径更靠内,并由外部的循环流路径包围,尤其通过至少一对额外的通口在上部和下部设置。已经显示,如果存在几帕斯卡范围内的压差,就可以形成另外的、更靠内设置的内部的循环流。压差可明显低于1mbar,尤其在小于10或5帕斯卡(Pa)的范围内,例如2至4Pa,尽管如此仍可形成额外的循环流。

[0116] 根据一个实施形式,在富煤气燃烧或者在混合气体燃烧的情况下,在一个或多个循环流路径上内部再循环的废气的份额调整在50%以上,尤其在70%以上,尤其在80%以上。与此不同,迄今为止的再循环气体的份额在富煤气加热的情况下为最多25%至45%,在混合气体加热的情况下为最多10%至20%。高的再循环比率可通过优化的气体引导获得,并在排放最小化的同时实现了能量高效的过程。

[0117] 根据一个实施形式,该方法用于富煤气加热,方式为基本上使用焦炉煤气;或者其中,该方法用于混合气体加热,方式为基本上使用由高炉煤气、焦炉煤气以及选择性的转炉煤气组成的混合物;或者其中,该方法借助天然气作为焦炉煤气的至少部分的替代物执行。已经显示,根据本发明的流动原理在这些运行方式中的任意方式中都可以实现。

[0118] 混合气体通常由两种或三种气体或气体混合物组成:高炉煤气(高份额),焦炉煤气(低份额),以及选择性的转炉煤气。通常炼焦炉(尤其复合炉)在一年中仅以富煤气加热

运行时长的的大约5%，以高于2000℃的明显更高的火焰温度(富煤气或焦炉煤气的高热值)。在混合气体加热(高炉煤气)的情况下，则与此不同，火焰温度例如仅在大约1700℃的范围内。然而，也存在不复合运行的炉，其必须100%地以焦炉煤气或富煤气运行。根据本发明已经显示，不论是对于富煤气加热还是对于混合气体加热，尽管其火焰温度十分不同，都能够实现相对低的 $\text{NO}_x$ 排放。这为炉运营商在运行其炉时提供了最大的灵活度，或多或少地独立于可能的时间上的或针对日历日期预定的排放法规。尤其炉运营商可以毫无顾虑地选择富煤气加热条件的运行模式。

[0119] 作为富煤气尤其使用在下游的设备部件中受到净化的、具有在17000至19000KJ/ $\text{Nm}^3$ 之间的低位热值的焦炉煤气。富煤气通常由 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 和高级烃组成。

[0120] 根据本发明，在富煤气加热的情况下，引回的废气的循环流比率能够从迄今为止的大约30%至45%提高至高于50%，并且在混合气体加热的情况下从迄今为止的大约15%至25%同样提高至高于50%。这实现了在向上通流的加热通道内借助相对冷的废气对火焰温度进行十分有效的冷却。尤其可以实现在至少5℃至60℃范围内的冷却效果，由此能够使热力形成的氮氧化物最小化。除此之外，尤其归功于非常均匀的热量流动，也可实现平稳的焦炭质量，并且归功于更低的温度落差，可使室壁的热力负载最小化。炉可在较低加热温度的条件下运行，同时焦化速度与迄今为止更高温运行的、 $\text{NO}_x$ 排放更高的炉至少几乎相同。

[0121] 在此通过用于焦炉煤气的入口也可输入天然气，尤其作为LNG(液化天然气)提供。天然气根据输送地点/产地而90%至100%地由甲烷( $\text{CH}_4$ )以及少量的其他高级烃组成。由于甲烷的低火焰温度，甲烷为焦炉煤气的优选替代物(形成更少的热力的 $\text{NO}_x$ )。然而，甲烷/天然气更贵。此外，本身在工厂内自己生产、净化的焦炉煤气没有买家。取决于运行模式，焦炉煤气可以至少部分地由天然气代替。本发明的效果也可以在使用天然气的情况下实现。

[0122] 根据一个实施形式，浓混合气的燃烧比设定为小于0.9，特别是燃烧比在0.5至0.8的范围内，特别是0.7，特别是在各加热通道的底部处的燃烧器平面中的底部区域内。在第一燃烧级之下的空气过剩( $\lambda$ )设置得越小，则在加热列的下部区域中的燃烧或热传递可调节得越弱。已表明，在加热通道的底部区域内的空气系数小于0.9、尤其在0.5至0.8的范围内的情况下，可以以良好的安全系数遵守对于 $\text{NO}_x$ 排放要求的极限值。在头部区域中，与此无关地，可以在1.2至1.3的范围内调节空气系数。

[0123] 燃烧比可以在整个炉群以前的空气阀门内通过对由例如10至25个双加热列组成的加热壁输入的总空气量来调节。为此，例如使用薄板作为阻力件放置在相应阀门的进口横截面中，以便例如实现吸入的空气量的减少并因此实现整个加热壁的所谓的空气系数的减少。附加地，在空气阀门中可以设置调节活门以进一步影响总量或部分量的方向，所述部分量分别流入各个交流换热器区段中。例如，第一交流换热器预热相应的气体以及在底部流入的部分量的空气，并且第二交流换热器预热用于级空气的部分量。

[0124] 根据一个实施形式，借助再循环废气，尤其在加热通道的高度的5%至75%、优选15%至50%的高度范围内，尤其在0.25至4m的高度区段上，形成优选片状的中间层，所述中间层位于进入的气体和级空气通道、或者来自于级空气通道的气体之间。这可以使气体流的分离变得容易。

[0125] 根据一个实施形式，借助于进入的气体，在相应的顺砖壁和一个/多个循环流路径之间构成隔离的且延迟混合的气体毯。片状的气流或者中间层的特征可尤其为小于2320的

雷诺数。

[0126] 根据一个实施形式,所引入的气体总量在尤其是在底部通过燃烧用空气入口和混合气体入口形成的第一级(底部级)与第二级(一个或多个横砖壁级)之间的份额被调整到50:50,或者第一级的份额更小。再循环气体的较高份额可以选择性地使得在底部在第一级中引入的气体的份额降低。这实现了其他变体,同时影响尤其在底部区域内的流动曲线。

[0127] 根据一个实施形式,如下所述地设置引入加热通道内的体积流量的比例:小于30%通过燃烧用空气入口,小于30%通过混合气体入口,并且大于40%通过再循环通口以及选择性地通过至少一个级空气入口。根据一个实施形式,在炉室内在燃烧用空气入口和混合气体入口处引入的体积流量设置或调节至通过再循环通口以及选择性地通过至少一个级空气入口引入的体积流量的45%至55%之间。这分别在不同高度位置处分别也实现了更有效的影响。在此,该方法尤其借助富煤气加热执行。优选该方法在富煤气加热模式中借助以具有降低的低位热值的稀释的富煤气的富煤气加热执行,方式是作为富煤气使用低位热值在14000至最多17000kJ/Nm<sup>3</sup>范围内的气体。由此,与前述措施相结合能够明显地降低火焰温度,尤其实现50至300K的差值。

[0128] 根据本发明,前述目的还通过一种逻辑单元或控制装置实现,其设计用于实施前述方法,其中,根据前述比例设置引入加热通道内的体积流量,和/或其中,循环地改变加热列内的流动方向,尤其每15至25min。由此可在频繁转换的情况下也获得很均匀的温度曲线。在此,转换时间例如在1至2min的范围内。

[0129] 根据本发明,前述目的也通过至少一个分隔壁在炼焦炉设备的双加热列内、尤其在前述炼焦炉设备内的应用实现,该分隔壁具有至少一个相比于至少一个气体入口更加靠内、沿着宽度方向(x)更居中地、尤其相比于所有气体入口更居中地定位的废气再循环通口。由此实现了前述优点。

[0130] 根据本发明,前述目的也通过至少一个分隔壁仅在炼焦炉设备的双加热列的指向炼焦炉设备焦炭侧的半部内、尤其在前述炼焦炉设备内的应用实现,该分隔壁具有至少一个相比于气体入口更加靠内、沿着宽度方向(x)更加居中地定位的废气再循环通口。由此实现了前述优点。

[0131] 根据本发明,前述目的也通过至少一个分隔壁尤其在前述炼焦炉设备内的应用实现,该分隔壁具有至少两个尤其平行布置的级空气通道,其在废气再循环通口/上部/最上部的废气再循环通口上方汇聚并以位于所有废气再循环通口上方的最上方的级空气入口汇入点火的加热通道中;和/或通过至少一个分隔壁尤其在前述炼焦炉设备内的应用实现,该分隔壁具有至少两个尤其平行布置的级空气通道,其在废气再循环通口/上部/最上部的废气再循环通口上方以位于所有废气再循环通口上方的两个最上方的级空气入口汇入点火的加热通道内。这针对各个优化措施提供了高的可变性。

[0132] 已经显示,通过此种结构可使结构性投入最小化。焦炭侧的半部在许多运行状态下相比于煤炭侧的半部更加热,从而在此所述的措施在焦炭侧的半部内实施就已足够,即,在推出方向上更靠后布置的例如6至25个、尤其最多20个双对中实施,也就是每个炉室约6至25个、尤其最多20个分隔壁。

[0133] 根据本发明,前述目的也通过前述炼焦炉设备用于焦化煤炭或煤炭混合物的应用实现,该煤炭混合物包含下组中的至少一种添加物:石油焦,油,例如旧轮胎、煤尘和焦炭尘

形式的沥青种类,粘合剂或炼焦助剂,例如糖蜜、油渣、纤维素类添加剂、亚硫酸盐或硫酸盐的化合物或碱液,其中,混合物也可以具有生物物质。

[0134] 根据本发明,前述目的也通过具有降低的低位热值的稀释的富煤气在前述炼焦炉设备的运行中的应用实现。稀释的富煤气在此尤其通过将高炉煤气与富煤气混合提供。

[0135] 针对高炉煤气(Gichtgas)以及富煤气(在副产品中净化的焦炉煤气),作为以体积百分比为单位的优选的组成(潮湿状态)以及作为低位热值(以KJ/m<sup>3</sup>为单位,干燥状态,无水)可尤其列举以下数值:

[0136] 高炉煤气:1.92%的H<sub>2</sub>、59.5%的N<sub>2</sub>、24.24%的CO、11.96%的CO<sub>2</sub>、2.37%的H<sub>2</sub>O,具有大约3349的低位热值

[0137] 富煤气:54.98%的H<sub>2</sub>、0.66%的O<sub>2</sub>、5.33%的N<sub>2</sub>、5.75%的CO、1.52%的CO<sub>2</sub>、26.66%的CH<sub>4</sub>、2.74%的C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、2.37%的H<sub>2</sub>O,具有大约18422的低位热值

[0138] 分别根据本领域技术人员的选择的百分比数据对于相应的气体混合物总和为100%。相应气体混合物的成分相加到100%。在此,在相应的气体混合物中可以在痕量范围内包含其它成分,尤其是高级烃以及NH<sub>3</sub>和H<sub>2</sub>S,尤其是分别低于1.5%。作为各个成分的波动范围可以列举±15%的公差。

[0139] 尤其可以由高炉煤气和净化的富煤气混合成混合气体或稀释的富煤气,尤其根据以下在小数点后一位处四舍五入的成分,各个成分的波动范围分别为±15%的公差:

[0140] 混合气体:5.6%的H<sub>2</sub>、0.1%的O<sub>2</sub>、55.7%的N<sub>2</sub>、23.0%的CO、11.2%的CO<sub>2</sub>、1.9%的CH<sub>4</sub>、0.2%的C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、2.4%的H<sub>2</sub>O,具有大约4396的低位热值

[0141] 稀释的富煤气:45.1%的H<sub>2</sub>、0.6%的O<sub>2</sub>、14.4%的N<sub>2</sub>、8.9%的CO、3.3%的CO<sub>2</sub>、22.2%的CH<sub>4</sub>、2.3%的C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、2.4%的H<sub>2</sub>O,具有大约15910的低位热值

[0142] 已经发现,使用稀释的富煤气已经可以使NO<sub>x</sub>减少30至50ppm(基于废气中的7%的O<sub>2</sub>),特别是通过将局部火焰温度降低到低于2000℃的范围。与上述措施相结合,进一步增强了NO<sub>x</sub>减少的有利效果。

## 附图说明

[0143] 本发明的其他特征和优点由根据附图对至少一个实施例的说明以及由附图本身得出。附图示出了

[0144] 图1A、1B、1C、1D、1E、1F、1G、1H分别以示意图示出了根据现有技术的双加热列或者炼焦炉的剖切侧视图和俯视图;

[0145] 图2、3、4、5、6、7分别以示意图示出了根据实施例的在宽度方向和深度方向上的双加热列的剖切侧视图;

[0146] 图8A、8B、8C、8D、8E分别以示意图示出了根据实施例的双加热列或炼焦炉设备的剖切侧视图和俯视图;

[0147] 图9以示意图示出了根据实施例的双加热列中的通口的横截面或横截面轮廓的剖切侧视图;

[0148] 图10示出了根据实施例的炼焦炉设备的运行方法图;和

[0149] 图11、12分别以示意图示出了根据实施例的双加热列的剖切侧视图。

## 具体实施方式

[0150] 对于针对单个附图未明确描述的附图标记,参考其它附图。在描述现有技术的附图中,各个入口和通口或流动路径的位置和角度取向仅仅是示例性的(特别是仅在各个加热通道中),并且未完全示出或并非角度精确地布置。在描述本发明的附图中,示意性地示出了各个入口和通口或流动路径的位置和角度取向(特别地仅在各个加热通道中),其中,在说明书中更详细地限定了各个间隔或角度取向的量值。

[0151] 图1A、1B、1C、1D、1E、1F、1G、1H示出了形式为水平室式炉的炼焦炉1,其具有多个分别带有煤炭装料的炉室2。炉室2的高度 $z_2$ 例如为6至8米。炉室2由顺砖壁3隔开,所述顺砖壁分别在yz平面中延伸。在两个顺砖壁3之间,成对的加热通道5.1、5.2分别形成双加热列5,其内壁5.3将(无煤的)气体流经的加热空间与相应的炉室分开。加热通道5.1、5.2交替地作为被点火的或引导废气的加热通道运行,这要求流动方向的转换并且以例如20分钟的周期进行。

[0152] 成对的加热通道分别通过耦联的分隔壁(横砖壁)4彼此分开,在所述分隔壁中,在上方和下方设有耦联的通口4.4,通过所述通口能够实现再循环的废气的循环流9。

[0153] 相邻的双加热列通过隔离的分隔壁4a完全没有通口地彼此完全隔离。

[0154] 在分隔壁4、4a中分别布置有级空气通道4.1,其经由至少一个燃烧级4.2或者说相应的入口或出口联接到加热通道处。各个燃烧级4.2布置在特征性的高度位置 $z_4$ 中。例如限定两个或三个高度位置 $z_4$ ,在所述高度位置中允许级空气进入。

[0155] 各个壁由砖砌成,这些砖分别限定了壁层3.1。

[0156] x方向表示炉1的宽度,y方向表示深度(或在水平室式炉的情况下表示水平的推出方向),z方向表示垂直线(竖轴)。各个加热通道的中间纵轴线M延伸通过相应加热通道的在x和y方向上相对于内表面/内壁居中设置的中心。各个双加热列的中心没有标出。其大致位于相应的被环流围绕的分隔壁的中心,尤其是位于居中布置的级空气通道的中心。这里,术语“居中”或“中心”是指在xy平面内的中间,而术语“中间的”或“中间”是参照高度方向(z)。

[0157] 在所谓的燃烧器平面5.4中或在相应的加热通道的底部上设置多个入口,即尤其用于焦炉煤气加热的(第一)燃烧用空气入口6、尤其用于混合气体加热的另外的燃烧用空气入口7、以及焦炉煤气入口8。通过多个入口引入的气体在分隔壁的壁表面4.3上以及在顺砖壁的内壁上向上流动。

[0158] 可以提及的炼焦炉1处的温度为:喷嘴砖温度 $T_1$ 、相应加热通道内的(气体)温度 $T_2$ 和炉室中的温度 $T_3$ 。本发明尤其涉及温度 $T_2$ 的尽可能均匀的分布。

[0159] 下面参考图1F至图8E描述各个气流。气流 $G_1$ 表示新进入或引入的加热气体或燃烧用空气。气流 $G_1$ 可以包括气流 $G_{1a}$ (焦炉煤气)和/或气流 $G_{1b}$ (混合气体)。气流 $G_4$ 表示再循环废气,其被引回或者说循环引导。气流 $G_5$ 表示来自相应的燃烧级4.2、14.11的气体或空气,气流 $G_6$ 表示从各个加热通道或加热列排出的废气。

[0160] 下面参照图1D、图1E描述各个入口和通口的迄今为止的常规距离和相对位置。

[0161] 已知的通口4.4在x方向上彼此的距离 $d_4$ 相对较大。焦炉煤气入口8与另外的入口6、7在x方向上的距离 $d_5$ 、尤其是在通过焦炉煤气入口8、 $G_{1a}$ 与另外进入的气流 $G_1$ 之间的距离相对较小。距离 $d_5$ 小于距离 $d_4$ 。各个通口4.4到顺砖壁3的内壁的距离 $x_4$ 相对较小(特别是迄今为止顺砖壁和通口的外棱边之间的距离保持在120至140mm)。入口6、8到顺砖壁3的距

离x6、x8相对较大。距离x8小于距离x6。距离x4明显小于距离x6、x8。

[0162] 在图1D中示出的再循环箭头仅示意性地示出并且并非精确地反映相应的气流的方向。

[0163] 图1G示意性地示出了具有各个开口5.61的加热差动器5.6,通过所述开口可以使加热通道的头部区域中的气体转向。加热差动器5.6通过(中间)盖件5.7与相应的双加热列分隔。加热差动器5.6独立于循环流9。

[0164] 有意地省去了对炉子的布置在燃烧器平面5.4下方的中间结构的展示,以便更好地概览。在中间结构中可以进行气体的引入和体积流量的调节。

[0165] 图2、3、4、5、6、7示出了根据本发明的用于优化相应加热通道中的温度曲线的各个措施。在图8A、8B、8C、8D、8E中进一步详细地展示了各个措施。

[0166] 具有炉室10.2、尤其具有水平室式炉室的炼焦炉设备10具有多个双加热列13,该双加热列分别具有被点火的加热通道11和引导废气的加热通道12。加热通道以其内壁11.1限定用于引导气体通过的加热列。各个加热通道通过具有耦联的通口14.2的分隔壁(横砖壁)14和不具有通口的、隔离的分隔壁14a彼此分隔。在分隔壁14、14a中分别设置有至少一个带有一个或多个燃烧级14.11、或者说从/至加热通道的入口或出口的级空气通道14.1。顺砖壁15在y方向上限定炉室和加热通道。

[0167] 气体可以通过多个入口16、17、18流入相应的加热通道中,尤其是通过尤其用于焦炉煤气加热的第一燃烧用空气入口16,通过尤其用于混合气体加热的另外的燃烧用空气入口17,并且通过焦炉煤气入口18或焦炉煤气喷嘴流入。进入的和再循环的气体不仅居中地、而且在相应的分离壁或顺砖壁的内表面14.3、15.1上通过相应的加热通道向下或向上流动。

[0168] 在图2中首先示出了根据本发明的措施之一。循环流19由多个循环流形成,这些循环流在多个路径上彼此环绕地流动。在图2中示出了靠外的循环流路径19.1,所述靠外的循环流路径围绕和绕流两个设置在更靠内的循环流路径19.2、19.3,其中靠内的循环流路径19.2、19.3通过相应的附加的废气再循环通口14.2来限定。

[0169] 图2示出了具有三个循环流路径19.1、19.2、19.3的布置,这三个循环流路径围绕至少近似在加热通道中的一半高度位置上布置的级空气出口14.11延伸。级气体G5从级空气出口14.11流出。可选地,也可以设置多个级空气出口,尤其是也设置在最内部的循环流路径19.3上方。在此,流动曲线和热曲线的优化可以尤其借助再循环气体G4来进行,不仅在底部区域中而且在其上方的多个高度位置中。

[0170] 图3示出了具有多于三个的循环流路径的布置,其中,下部通口的数量大于上部通口的数量。在此,尤其可以在底部区域中尤其借助再循环气体G4进行优化,而不需要级气体分级地进入。在加热通道的头部区域中设置加热差动器5.6,它能够例如借助于滑块砖与相应的循环流无关地接入。

[0171] 图4示出了具有多于三个的循环流路径的布置,其中,下部通口的数量明显大于上部通口的数量。尤其将六个下部通口(或者说通口对)设置在六个不同的高度位置处。下部通口全部设置在居中的级空气通道的级空气出口14.11下方。六个下部通口成对地与级空气通道相邻地设置,上部通口被单独设置并居中地布置。单个居中的下部通口设置在级空气出口上方。在这种布置中,得到了从下向上的特别宽的居中的双流的流动路径,该流动路

径在较远的上部通过级气体和居中导入的再循环气体来补充。

[0172] 参照图5、6、7说明各个耦联的通口14.2在至加热通道的内表面处的横截面Q14。布置在级空气通道14.1上方的通口14.2的横截面Q14比布置在级空气通道14.1侧旁的通口14.2的横截面Q14更宽或更长。

[0173] 图5示出了具有与图4相比更多的居中的级空气出口14.11、并且具有横截面不同的通口的装置：下部通口至少部分地在z方向上伸长，并且上部通口在x方向上伸长。在该变体方案中，级空气通道在两侧由多个下部通口包围，然而不是成对地包围。一侧的下部通口的数量与另一侧的通口的数量不相同。沿z方向延伸的通口实现有利的相对布置，尤其是很大程度地居中（相对较小的距离d2），并且尤其在优化的流动曲线方面。在右侧示出的通口的相对大的横截面Q14尤其通过大的高度区段实现了进入的气体G1的强烈的流动效果。

[0174] 在图5中示出了相应的通口14.2的位于内部的壁/棱边与尤其居中地设置在加热列中的级空气通道14.1的位于外部的壁/棱边之间的沿x方向的距离d2。根据本发明，该距离d2非常小，尤其是30至100mm，优选50至70mm。尤其在级空气通道14.1居中布置的情况下，通口14.2根据本发明可以尽可能近地在x方向上定位在其旁边。

[0175] 图6示出了具有两个级空气通道的布置，这两个级空气通道单独地在多个高度位置处汇入加热通道中。所有的下部通口14.2在最上面的级空气出口下方居中地布置，尤其关于中间纵轴线对称地布置。在级空气入口14.11的上方，另外两对下部通口（四个通口）至少与级空气出口14.11的宽度位置大致对应地布置在宽度位置(x)处。成对的通口也可布置在多个高度位置上，也可在侧向上直接并排布置。

[0176] 下部通口也可以可选地构造成比一个/多个上部通口窄、和/或比最上面的下部通口窄。最上面的下部通口也可以设置为单独的通口（不成对）并且可以设置在宽度位置处，使得级气体可以经过/沿着相应的通口流动并且与再循环的气体汇合。

[0177] 图7示出了具有两个级空气通道的布置，这两个级空气通道共同统一在一个高度位置处在各个下部通口14.2之间居中地汇入加热通道中，其中，在相应的级空气通道中可选地可以设置有另外的单独的级空气出口。居中的级空气入口14.11尤其在完全与位于其上的下部通口重叠的宽度上延伸。下部通口彼此沿x方向错开偏置量x2地布置。偏置量x2也提供了特别宽的均匀的流动（没有流动更强烈的核芯）的优点，尤其在通口14.2沿x方向比较宽的情况下。循环流由此可以更均匀地设计。可选地，可以设置多个上部通口。这种偏置量也可以在图6中示出的布置中设置。

[0178] 在图7中示出了在x方向上的偏置量x2。相邻的通口14.2之间的该偏置量尤其为50至100mm，并且提供了良好的热分布的优点。

[0179] 图2、3、4、5、6、7均示出了具有在回路中完整的循环流引导的再循环。可选地，可以省去一个/多个下部通口，尤其是当在此所述的措施应当或必须与完整的循环流引导无关地实现时，可以是在各个双加热列中，也可以是在整个炉设备中。

[0180] 现在参照附图8A、8B、8C、8D、8E，将在另一实施例中描述各个入口和通口根据本发明的间距和相对位置。

[0181] 在图8A中示意性地（在一些加热通道中）示出入口16、17、18彼此对置、并且在x方向上与中间纵轴线间隔地尽可能靠近顺砖壁15的布置。这种布置可以选择用于每个加热通道中，或者也可以变化。

[0182] 在图8B中示出,入口16、17、18在x方向上比通口14.2更靠外地设置。通口彼此以距离 $d_{14}$ 布置,该距离 $d_{14}$ 小于入口的距离 $d_{15}$ 。

[0183] 在图8C中示出,最中间的、居中流入的级气体 $G_5$ 在更外侧被再循环气体 $G_4$ 由两侧围绕流动,再循环气体 $G_4$ 在更外侧分别被进入的气体 $G_1$ 、 $G_{1a}$ 、 $G_{1b}$ 围绕流动。图8C中所示的角度 $\alpha$ ,尤其与焦炉煤气入口18相关的角度 $\alpha$ ,为了更好地理解而被夸大地设置。根据本发明,角度 $\alpha$ 可以特别小,特别是接近于零或者为 $0^\circ$ 。根据中间结构的设计方案,在 $5^\circ$ 至 $10^\circ$ 范围内的角度也可以是在结构、设备技术方面的额外花费与所实现的流动技术效果之间的合理的折衷。

[0184] 图8C中示出的通口14.2或级气体入口14.11可以根据图2至图7中讨论的变体在布置、数量和几何形状方面变化。图8C中所示的各气流 $G_1$ 、 $G_{1a}$ 、 $G_4$ 、 $G_5$ 可以看出,根据本发明能够以何种方式至少在一定的高度区段上实现气流的分离或者说实现平行的流动。

[0185] 通口14.2在x方向上彼此的距离 $d_{14}$ 相对较小,尤其小于加热通道的宽度(x)的50%、45%、40%、35%或30%。焦炉煤气入口18与另外的入口16、17沿x方向的距离 $d_{15}$ 相对较大,尤其是大于加热通道的宽度(x)的70%、75%、80%或85%。距离 $d_{15}$ 明显大于距离 $d_{14}$ ,尤其是大至少35%、40%、45%、50%或55%。相应的通口14.2与顺砖壁3的内壁的距离 $x_{14}$ 是相对较大的,尤其是大于加热通道的宽度(x)的35%、40%或45%(在成对的通口的情况下)。尤其优选地,距离 $x_{14}$ 至少大于加热通道的宽度(x)的40%,尤其是在底部区域中。入口6、8到顺砖壁15的距离 $x_{16}$ 、 $x_{18}$ 相对较小,尤其小于加热通道的宽度(x)的20%、15%或10%。距离 $x_{16}$ 、 $x_{18}$ 分别小于距离 $x_{14}$ 。尤其是,距离 $x_{14}$ 是距离 $x_{16}$ 、 $x_{18}$ 的至少两倍或至少三倍。

[0186] 参考图8B至图8E,下面描述各个气流。相应的气流路径 $GP_1$ 表征经由入口引入的气体 $G_1$ 中的至少一种的根据本发明的流入路径或流动路径。相应的气流路径 $GP_4$ 表征再循环的废气/烟气 $G_4$ 的根据本发明的流动路径,并且相应的气流路径 $GP_5$ 表征分级引入的气体 $G_5$ 的根据本发明的流动路径。

[0187] 在图8C、8E中展示的尤其是用于焦炉煤气的流入角度 $\alpha$ 分别相对于z轴优选小于 $30^\circ$ ,尤其是小于 $10^\circ$ 。该流入角度 $\alpha$ 也可以类似地实施用于另外的入口17、18。

[0188] 各个入口的各自的y位置可以尤其居中。

[0189] 针对相应的入口和通口所述的距离和相对位置也可以相互地涉及相应的气流路径/循环流路径的距离和相对位置,至少在与相邻气流后续混合的上游的区段中如此。

[0190] 在图9中示出了在yz平面中的通口横截面。再循环气体 $G_4$ 来自于上方地流过相应的下部通口14.2,并且也再次向上流出。气体 $G_4$ 在此绕流两个倒圆的流动棱边14.21,并且从两个尖锐的流动棱边14.22旁流过。分隔壁14在上方以向下凸起的拱形限定通口。这有利于低流动阻力。分隔壁14也在下方限定通口。在此具有非常窄的半径的圆形的循环流因此能够在没有强的涡流的情况下流动通过通口并且向上转向。一个或多个尖锐的棱边14.22可以向下限制流动。这种类型的流动优化还允许通过引入新气体的类型和方式来实现显著的效果。尤其再循环气体 $G_4$ 不产生湍流或仅产生小的湍流,使得流动曲线能够借助于入口被有效地优化。

[0191] 在图10中示意性地示出,该炼焦炉设备10可以具有控制单元20,该控制单元被设计为用于控制/调节先前描述的体积流量 $V(t)$ 之一,尤其是至少体积流量 $G_1$ 、 $G_{1a}$ 、 $G_{1b}$ 、 $G_4$ 、

G5、G6。体积流量的控制和调节能够实现对在相应的加热通道11、12中的流动曲线和温度曲线的影响。因此,也可以通过体积流量间接地调节NO<sub>x</sub>排放。

[0192] 图11、12示出了在图5中示出的实施例的变体。在图11中,位于最靠上的级空气出口上方的一些下部通口成对地构造,其中,设置单个较大的较宽的下部通口。

[0193] 在图12中,在最靠下的级气体开口与燃烧器平面之间仅设有两个再循环通口,尤其是在大于500mm的相对高的高度位置上。这实现了省去更下方的、设置在底部区域的通口。

[0194] 在图2至12中示出的通口的位置被示例性地示出。每个入口可以独立于其他入口布置和取向。所示的实施例尤其也可以通过改变下部通口的布置、或通过取消单个或所有下部通口来改变。

[0195] 尤其参考图5、6、11、12的实施例,通口、尤其布置在最靠上的级空气出口上方的通口和/或布置在各个级空气出口之间的高度位置处的通口的布置和大小的变化可以分别通过替换成对的通口来实现。在此也可以省去设置在底部区域中的一些或所有通口,尤其是在这些通口进一步向上移动至500mm以上的高度范围中时。级空气出口或具有梯级的高度位置的数量不限于所示的变体。

[0196] 附图标记说明

- [0197] 1 炼焦炉、尤其水平室式炉
- [0198] 2 具有煤炭装料的炉室
- [0199] 3 顺砖壁
- [0200] 3.1 壁层
- [0201] 4 耦联的分隔壁或横砖壁
- [0202] 4a 无通口的隔离的分隔壁
- [0203] 4.1 分隔壁中的通道或级空气通道
- [0204] 4.2 燃烧级或级空气通道上的从/至加热通道的入口或出口
- [0205] 4.3 壁表面
- [0206] 4.4 耦联两个加热通道的通口
- [0207] (或用于加热气体的废气反转位置或反转位置)
- [0208] 5 双加热列(两个竖直加热列成对的布置)
- [0209] 5.1 被点火的加热通道(竖直加热列)
- [0210] 5.2 引导废气的加热通道(竖直加热列)
- [0211] 5.3 内壁
- [0212] 5.4 燃烧器平面或加热通道的底部
- [0213] 5.6 加热差动器
- [0214] 5.61 在加热差动器中的单个的开口
- [0215] 5.7 加热通道的(中间)盖件
- [0216] 6 (第一)燃烧用空气入口,尤其用于焦炉煤气加热
- [0217] 7 用于混合气体加热的另外的燃烧用空气入口或入口
- [0218] 8 焦炉煤气入口或焦炉煤气喷嘴
- [0219] 9 循环流

- [0220] 10 炼焦炉设备,尤其具有水平室式炉
- [0221] 10.2 炉室
- [0222] 11 被点火的加热通道(竖直加热列)
- [0223] 11.1 内壁
- [0224] 12 引导废气的加热通道(竖直加热列)
- [0225] 13 双加热列(两个竖直加热列成对的布置)
- [0226] 14 分隔壁或横砖壁
- [0227] 14a 无通口的隔离的分隔壁
- [0228] 14.1 分隔壁中的通道或级空气通道
- [0229] 14.11 燃烧级或分级式通道上的从/至加热通道的级空气入口或出口
- [0230] 14.2 耦联两个加热通道的通口
- [0231] 14.21 倒圆的流动棱边
- [0232] 14.22 尖锐的流动棱边
- [0233] 14.3 分隔壁内表面
- [0234] 15 顺砖壁
- [0235] 15.1 顺砖壁内表面
- [0236] 16 (第一)燃烧用空气入口,尤其用于焦炉煤气加热
- [0237] 17 用于混合气体加热的另外的燃烧用空气入口或入口
- [0238] 18 焦炉煤气入口或焦炉煤气喷嘴
- [0239] 19 循环流
- [0240] 19.1 靠外的循环流路径
- [0241] 19.2 (第一)靠内的循环流路径
- [0242] 19.3 (另外的)靠内的循环流路径
- [0243] 20 逻辑单元或控制装置
- [0244] d2 相应通口14.2的位于内部的壁/棱边与尤其居中地设置在加热列中的级空气通道14.1的位于外部的壁/棱边之间的彼此沿x方向的距离
- [0245] d4 已知的双加热列的通口4.4彼此沿x方向的距离
- [0246] d5 焦炉煤气入口8与另外的入口沿x方向的距离,尤其焦炉煤气入口8;G1a与进入的另外的气流G1之间的距离
- [0247] d14 根据本发明的双加热列的通口14.2彼此沿x方向的距离
- [0248] d15 焦炉煤气入口16与另外的入口沿x方向根据本发明的距离,尤其是在G1与G1a之间
- [0249] G1 加热气体或燃烧用空气
- [0250] G1a 焦炉煤气
- [0251] G1b 混合气体
- [0252] G4 再循环废气
- [0253] G5 级气体或来自燃烧级的级空气
- [0254] G6 废气
- [0255] GP1 用于经由入口引入的气体中的至少一种的流入路径或流动路径

- [0256] GP4 再循环废气/烟气的流动路径
- [0257] GP5 分级导入的气体的流动路径
- [0258] M 相应加热通道的中间纵轴线
- [0259] Q14 耦联的通口在加热通道内表面处的横截面
- [0260] T1 喷嘴砖温度
- [0261] T2 加热列/加热通道中的(气体)温度
- [0262] T3 炉室内的温度
- [0263] V(t) 相应气流的体积流量,例如以m<sup>3</sup>/h计
- [0264] x 水平方向(宽度或长度)
- [0265] x2 在x方向上的偏置量
- [0266] x4 已知的通口4.4与顺砖壁3的内壁的距离
- [0267] x6 已知的入口6与顺砖壁3的内壁的距离
- [0268] x8 已知的入口8与顺砖壁3的内壁的距离
- [0269] x14 根据本发明的通口14.2与顺砖壁的距离
- [0270] x16 根据本发明的入口16与顺砖壁的距离
- [0271] x18 根据本发明的入口18与顺砖壁的距离
- [0272] y 深度或水平的推出方向
- [0273] z 垂直方向(竖轴)
- [0274] z2 炉室高度
- [0275] z4 相应级空气入口/出口的高度位置
- [0276]  $\alpha$  焦炉煤气相对于z轴(垂直线)的流入角度

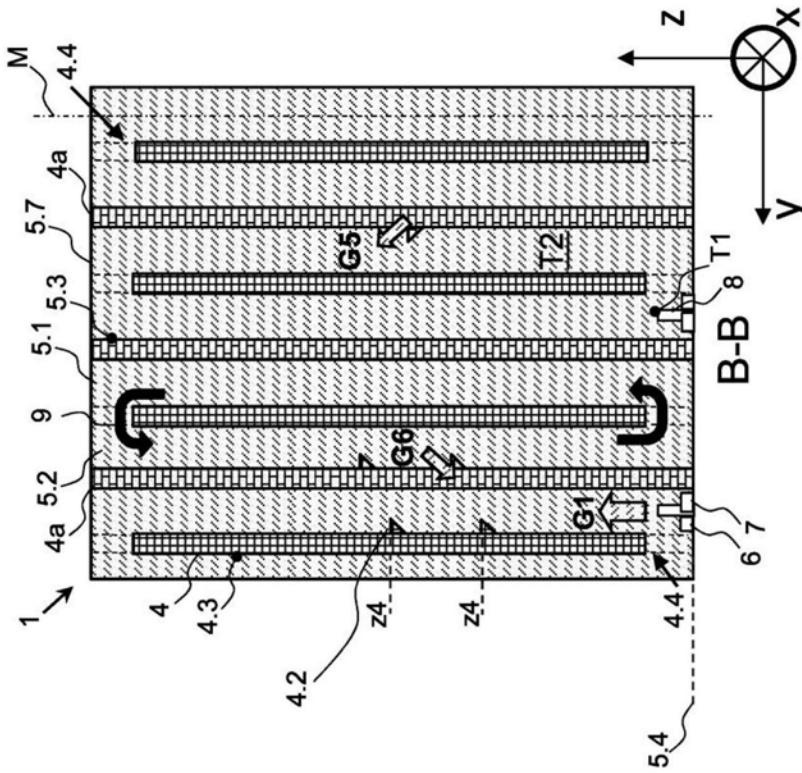


图 1A

现有技术

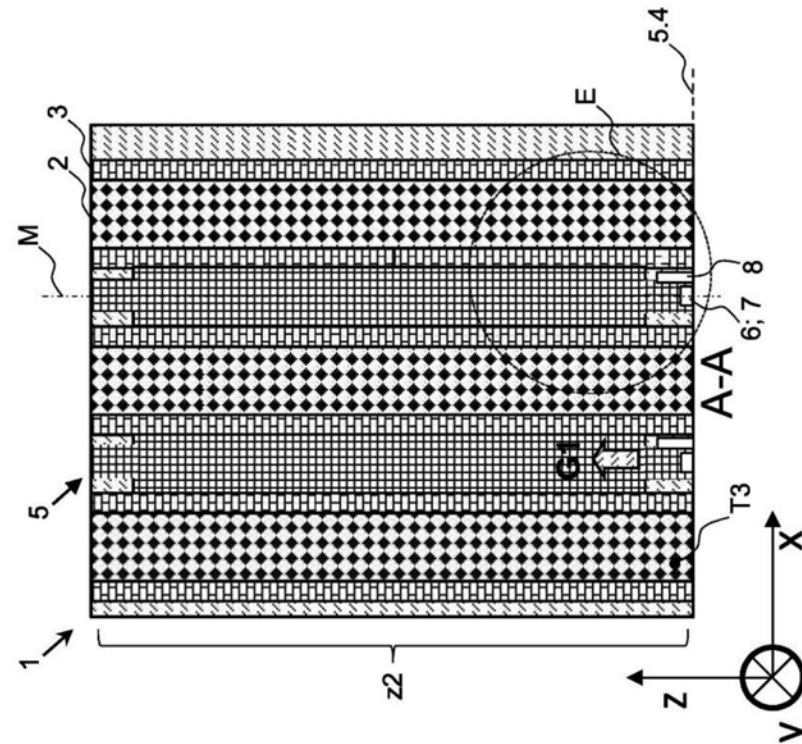


图 1B

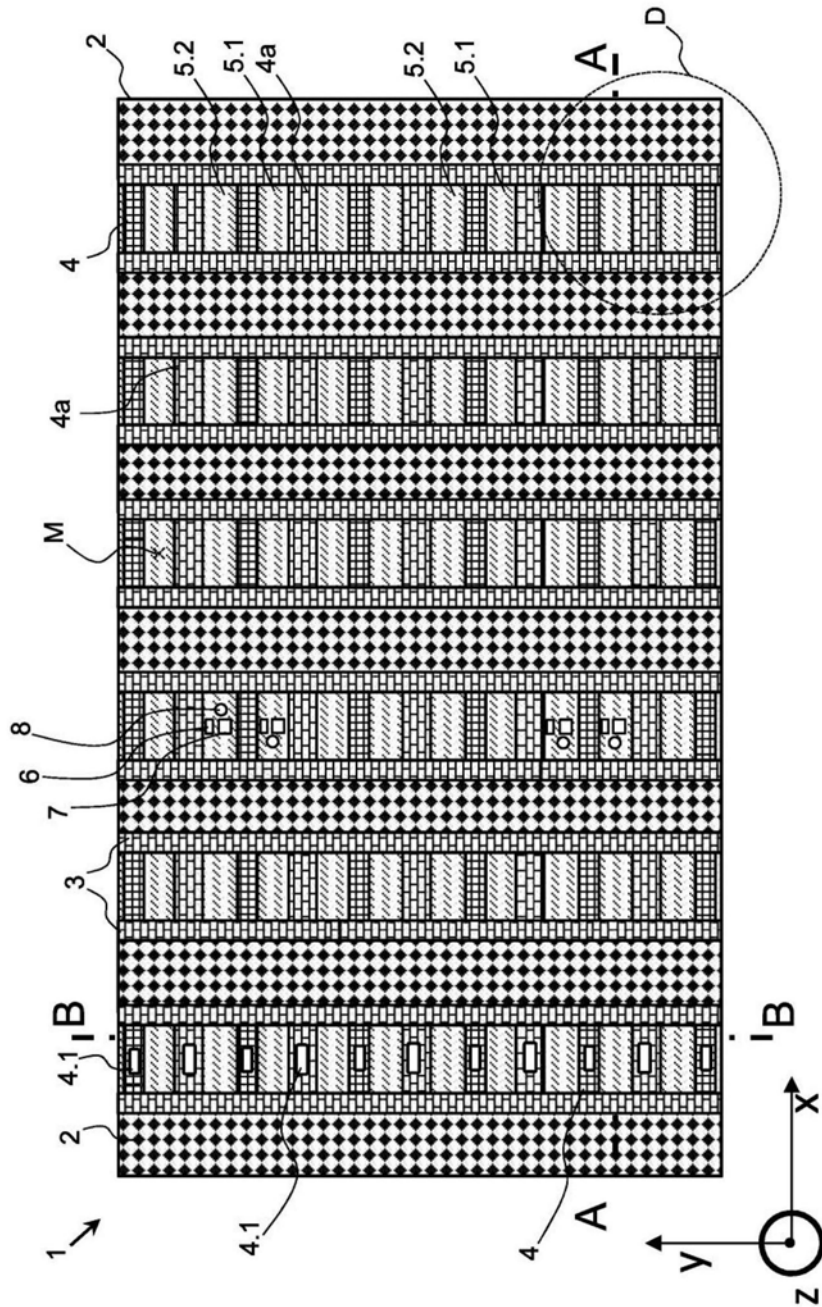


图1C  
现有技术

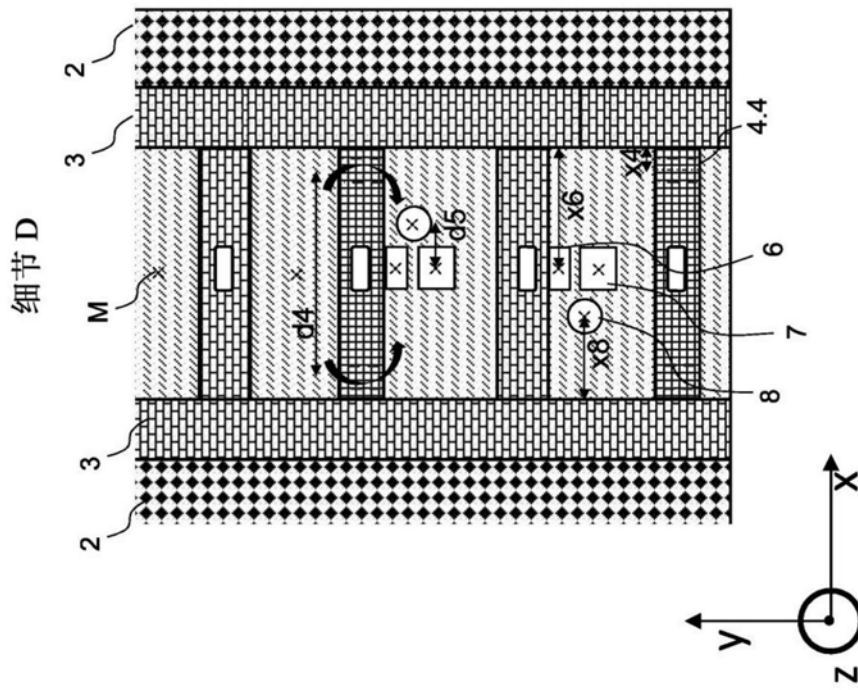


图1D  
现有技术

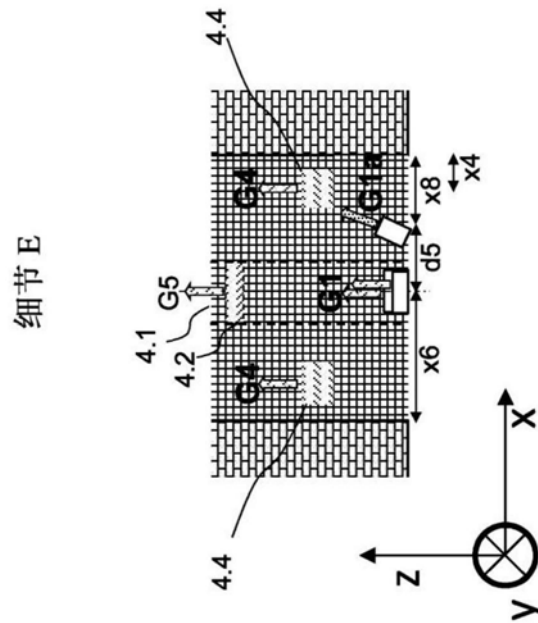


图1E  
现有技术

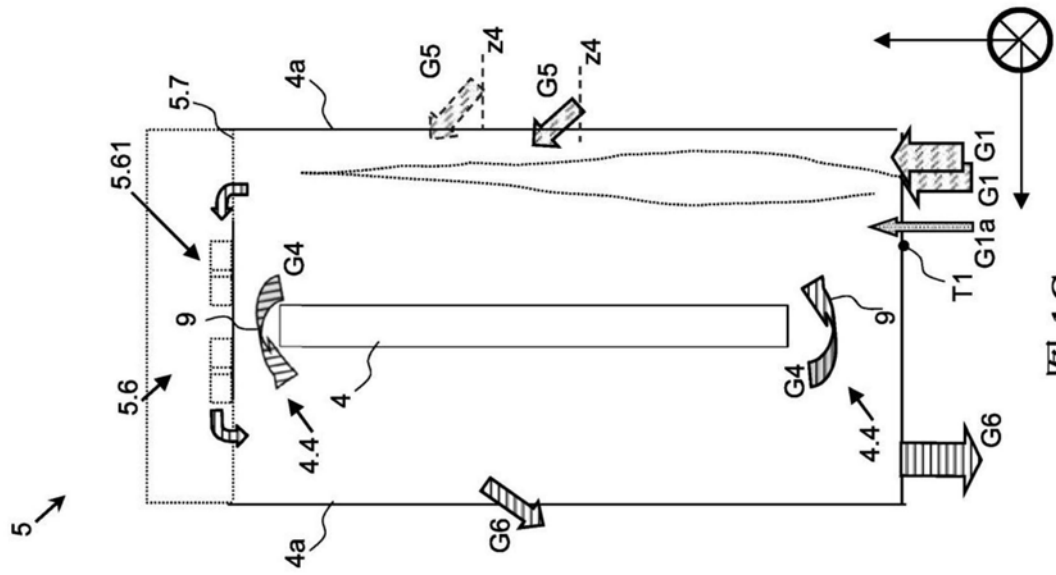


图 1G

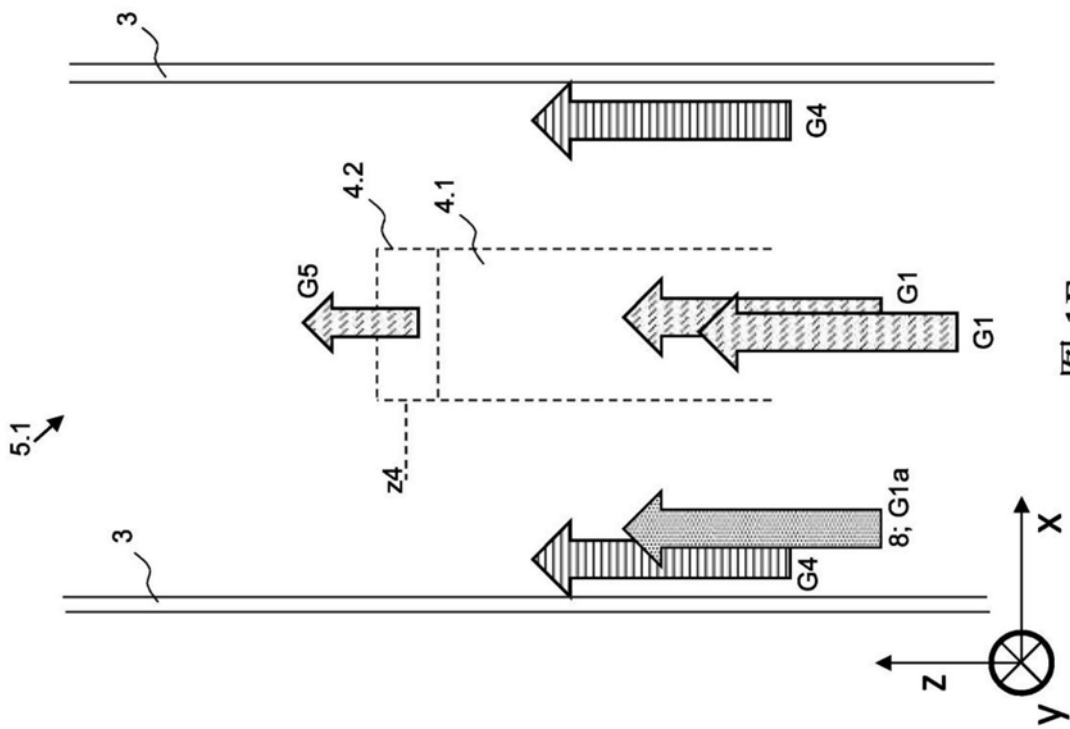


图 1F

现有技术

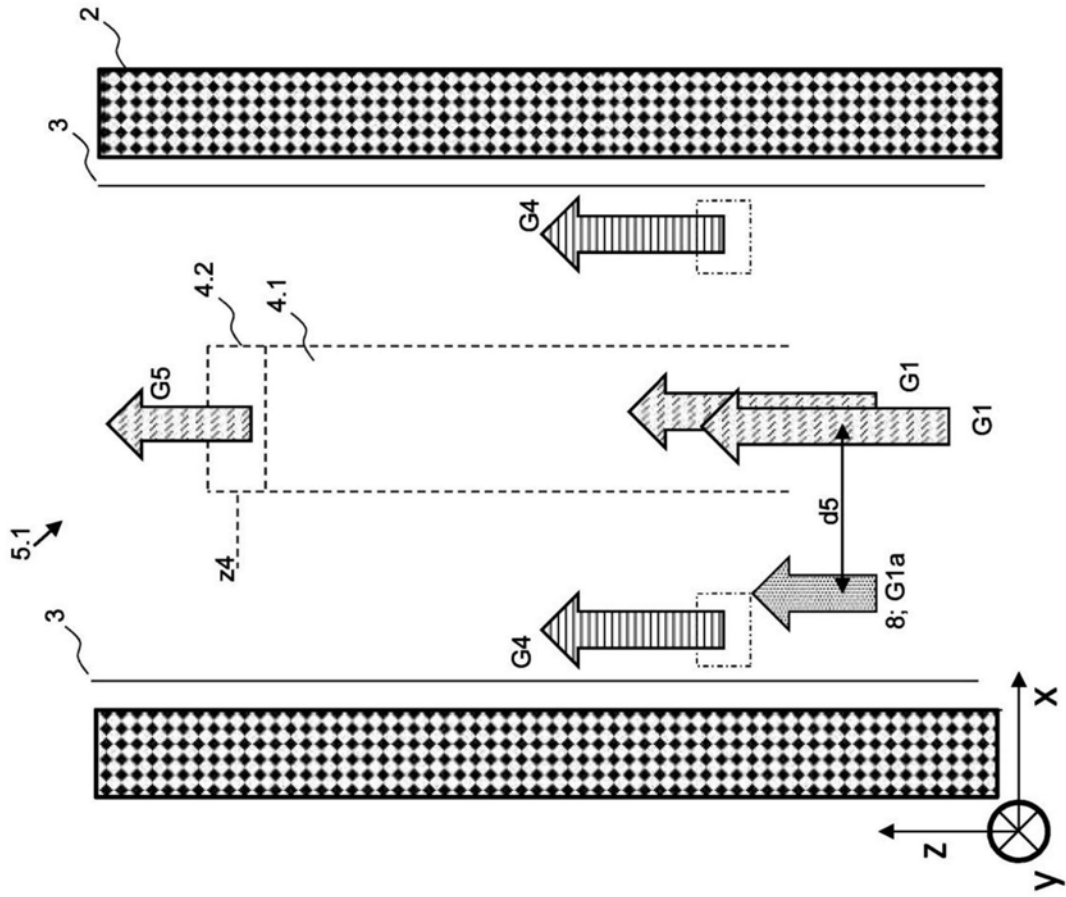


图1H  
现有技术

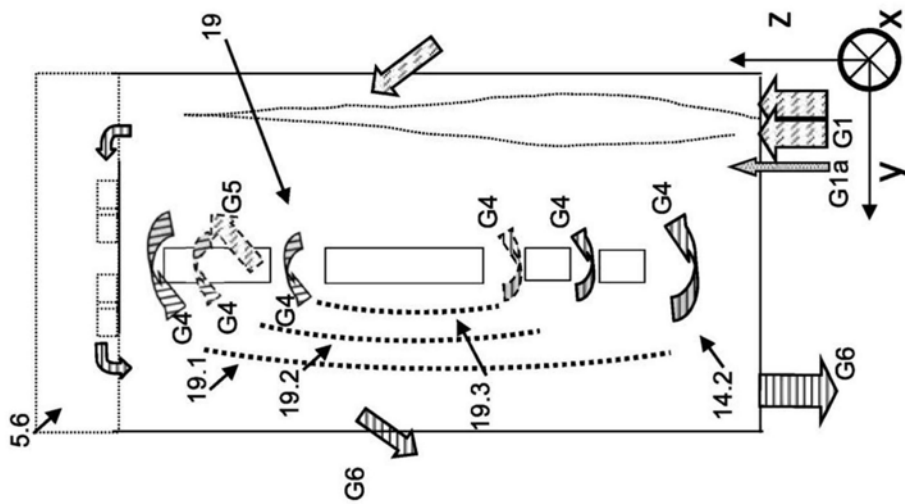


图2

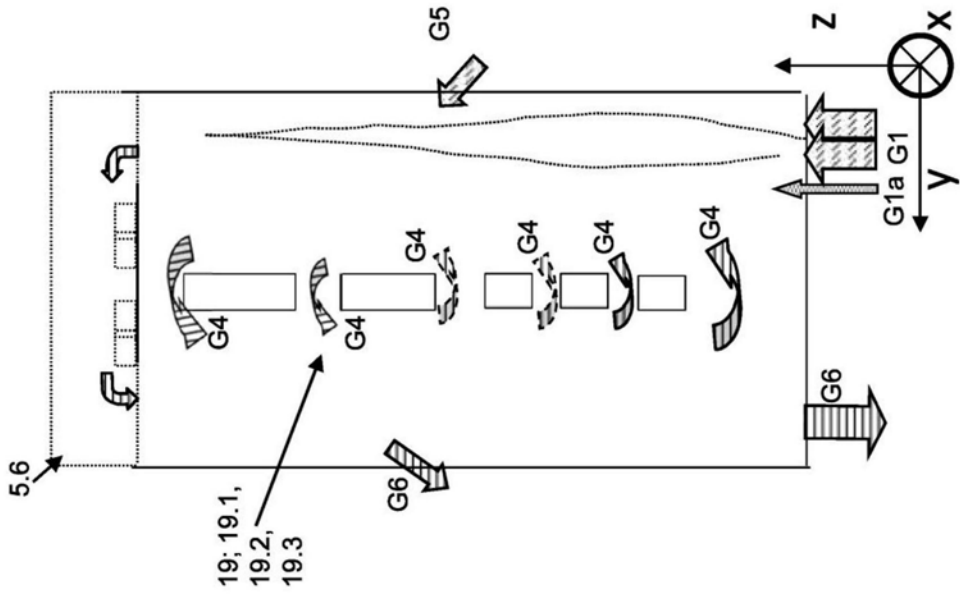


图3

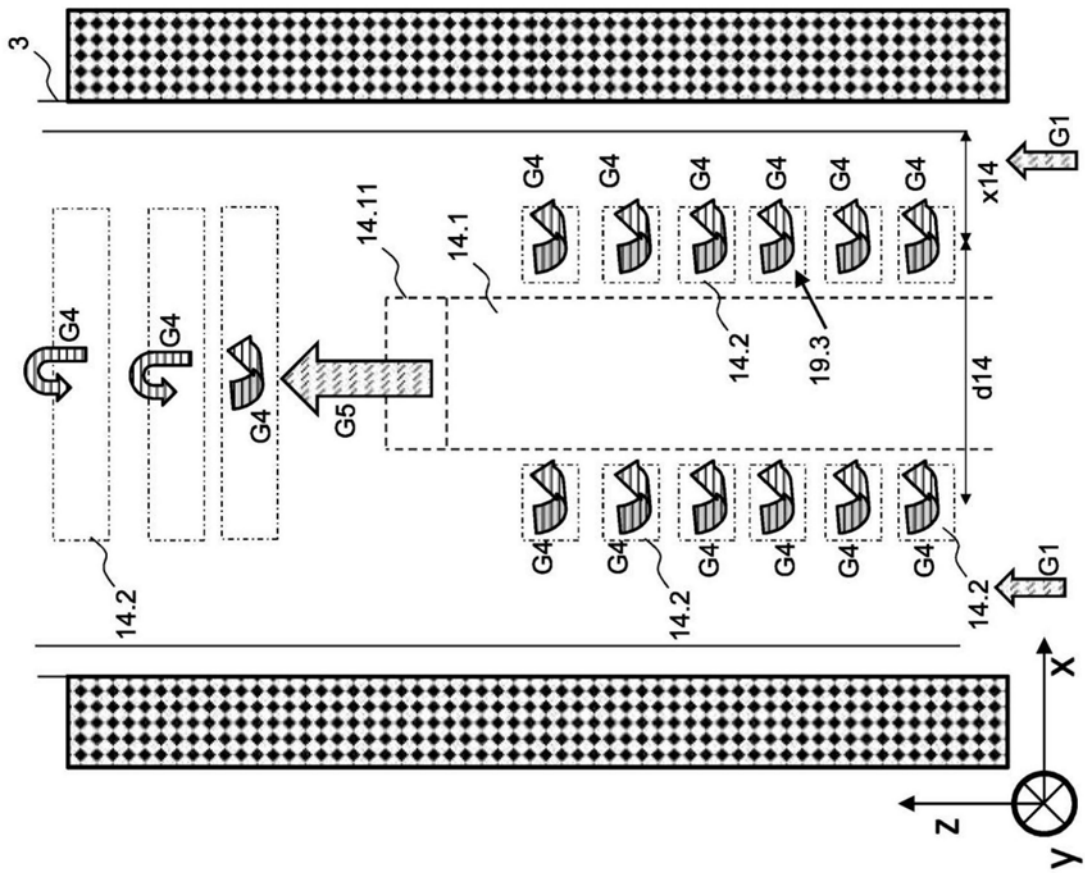


图4



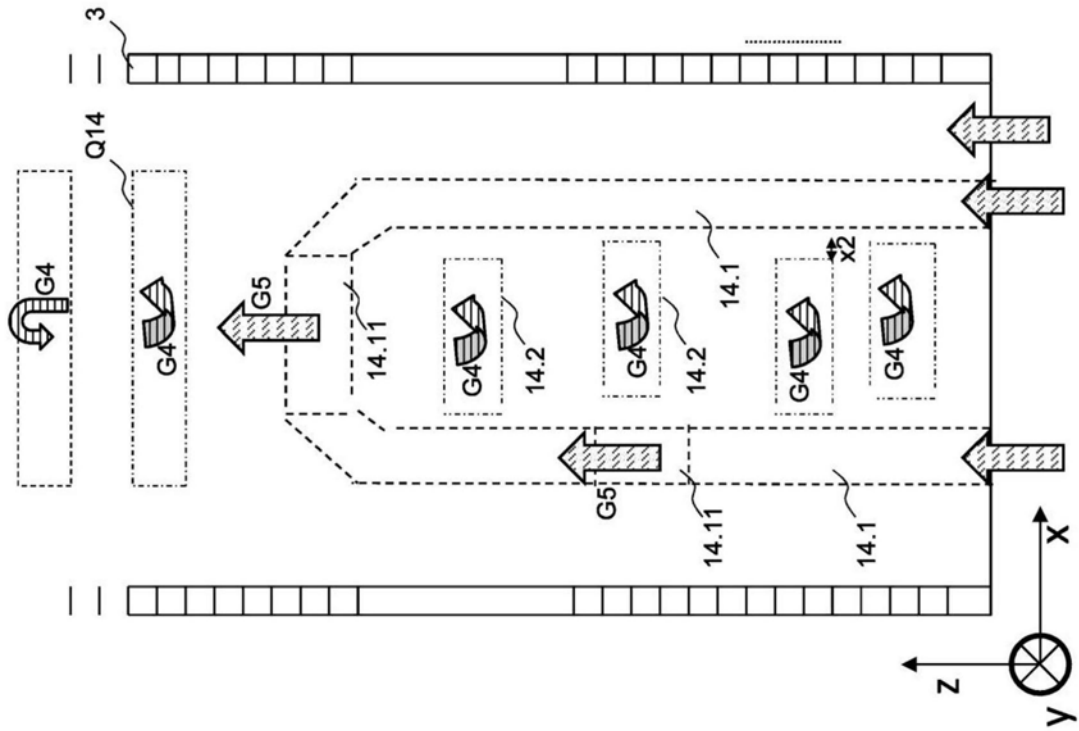


图7

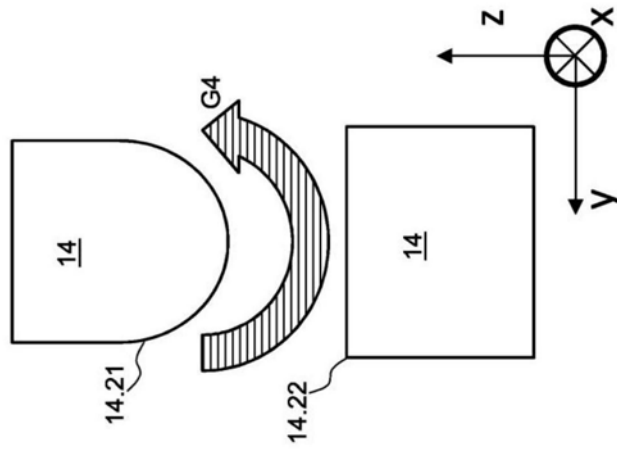


图9

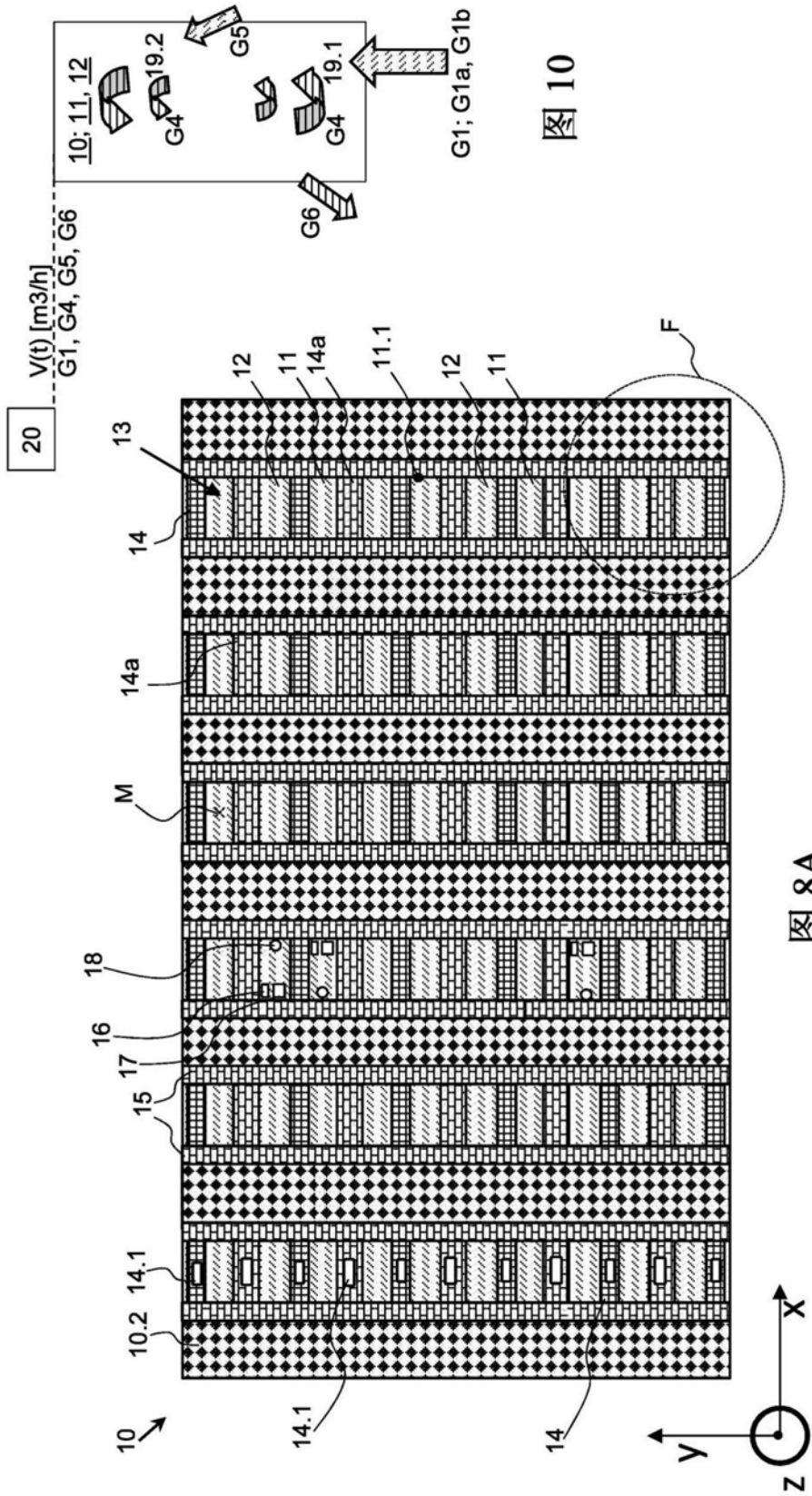


图 10

图 8A

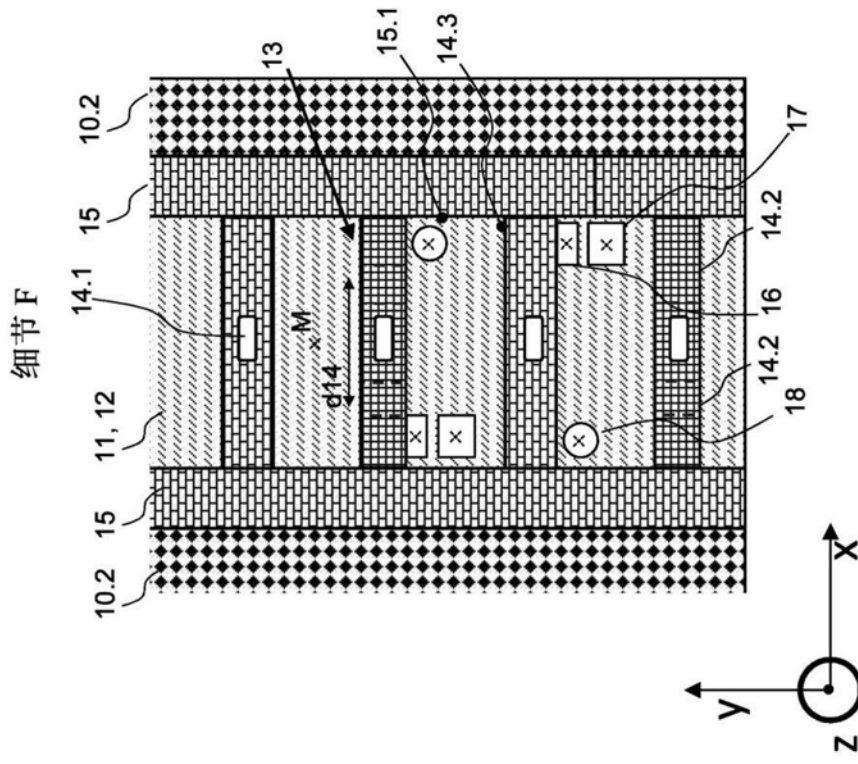


图8B

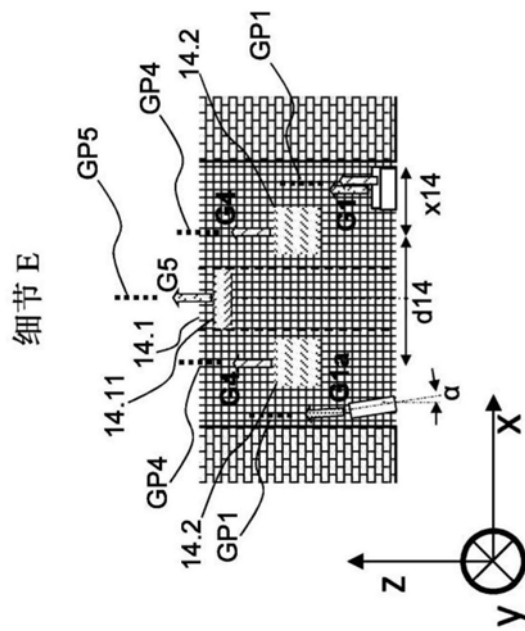


图8C

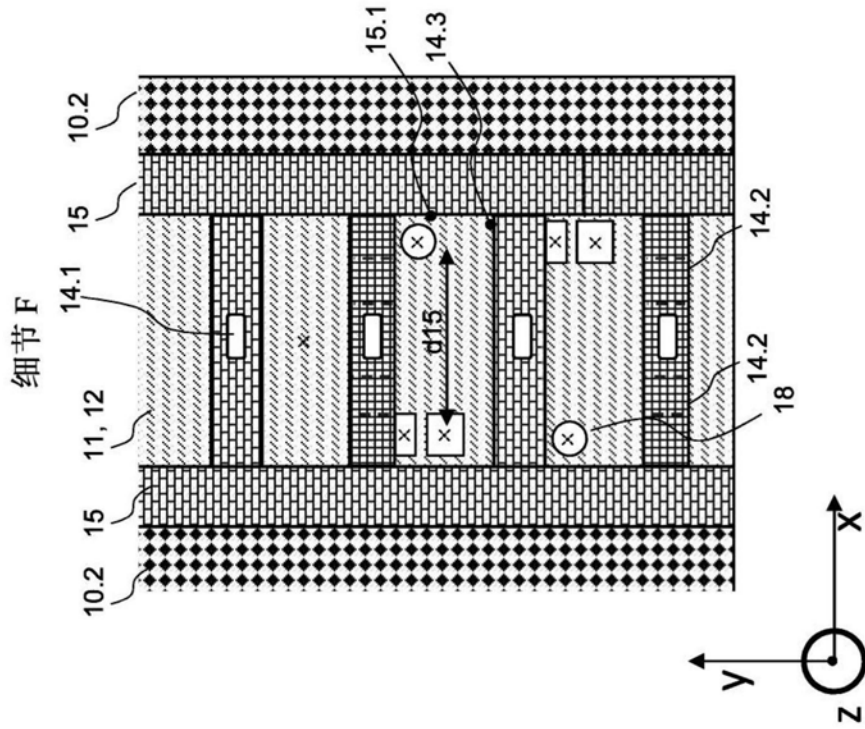


图8D

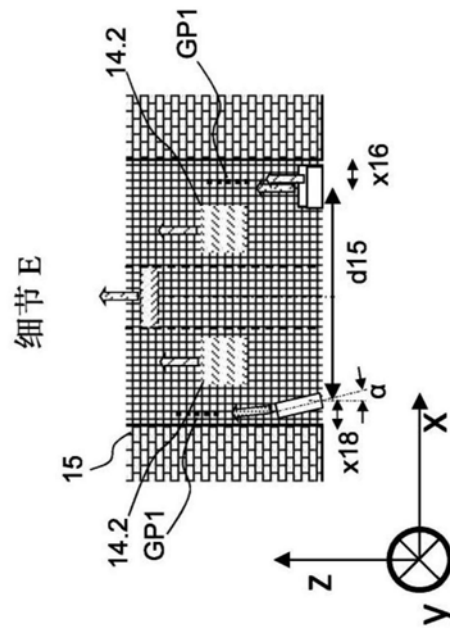


图8E

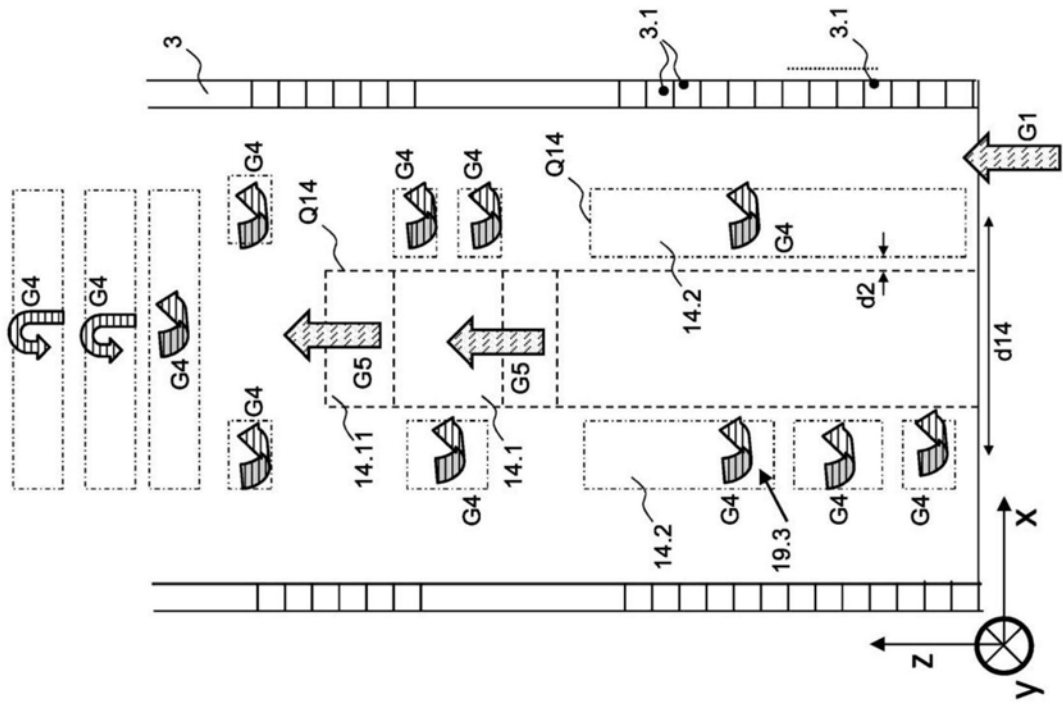


图11

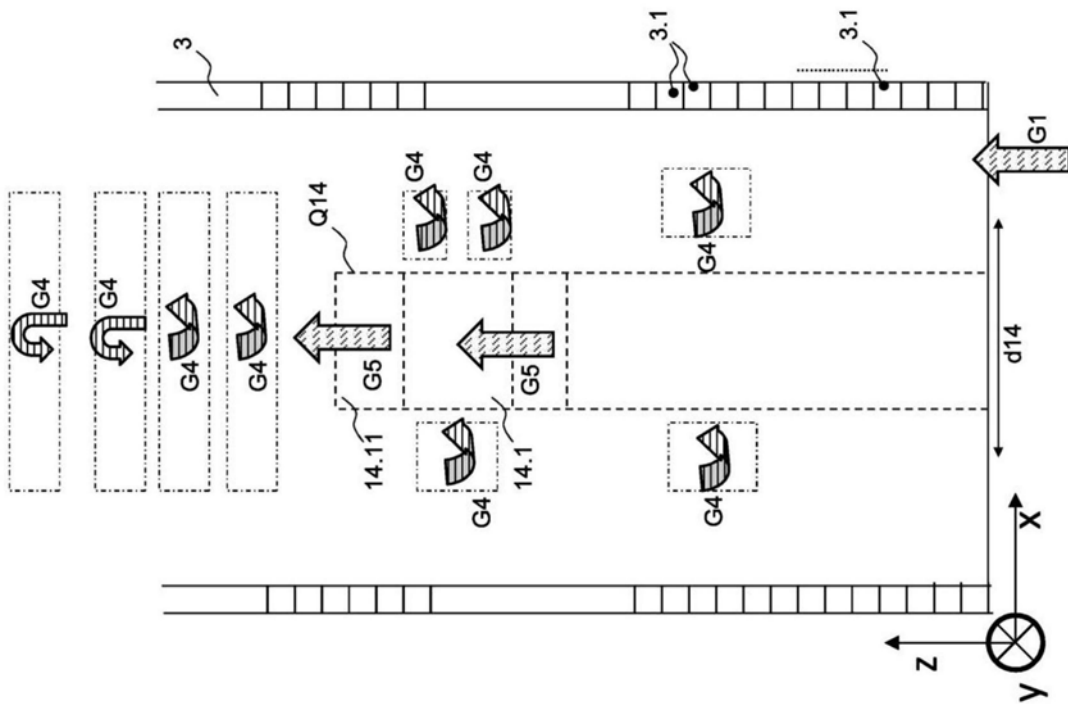


图12